

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-008273

(43)Date of publication of application : 10.01.2003

(51)Int.Cl.

H05K 7/20  
H01L 23/473  
H01S 5/024

(21)Application number : 2001-191707

(71)Applicant : FANUC LTD

(22)Date of filing : 25.06.2001

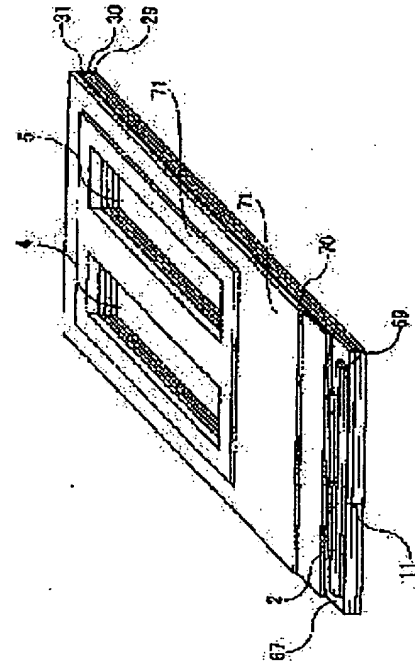
(72)Inventor : TAKIGAWA HIROSHI  
SAKANO TETSURO  
NISHIKAWA YUJI  
SATO MASAO  
NAITO MASAYA  
MIYATA RYUSUKE  
HAYANO KOJI

## (54) COOLER AND LIGHT SOURCE APPARATUS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide cooler for an LD bar which realizes cooling power, thickness, mechanical strength, low cost and low pressure loss structure, and a light source apparatus using the cooler.

**SOLUTION:** The cooler 67, composed of a laminate of plate members 29-31 having grooved or opened channels comprises an LD array 2 fixed with solder, such as Pb-Sn alloy, etc., onto the plate member 31 of the uppermost layer of the apparatus along its front end face 11, and metal plate 71 fixed via an insulation plate 70. The electrodes of the LD array 2 at a semiconductor substrate side are electrically connected to the metal plate through a wiring metal film, etc. Between the insulation plate 70 and the metal plate 71, a leak-preventing sealing member 72 is disposed, having openings larger than an inlet and outlet openings 4, 5, at positions corresponding to these openings 4, 5. A refrigerant will be fed and discharged through the openings 4, 5 to effectively cool the LD array 2.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 06.07.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision 2004-16131  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's 04.08.2004  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-8273

(P2003-8273A)

(43)公開日 平成15年1月10日(2003.1.10)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
H 0 5 K 7/20		H 0 5 K 7/20	M 5 E 3 2 2
H 0 1 L 23/473		H 0 1 S 5/024	5 F 0 3 6
H 0 1 S 5/024		H 0 1 L 23/46	Z 5 F 0 7 3

審査請求 有 請求項の数50 O L (全 34 頁)

(21)出願番号 特願2001-191707(P2001-191707)

(22)出願日 平成13年6月25日(2001.6.25)

(71)出願人 390008235

ファナック株式会社

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地

(72)発明者 瀧川 宏

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地 ファナック株式会社内

(72)発明者 坂野 哲朗

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地 ファナック株式会社内

(74)代理人 100082304

弁理士 竹本 松司 (外4名)

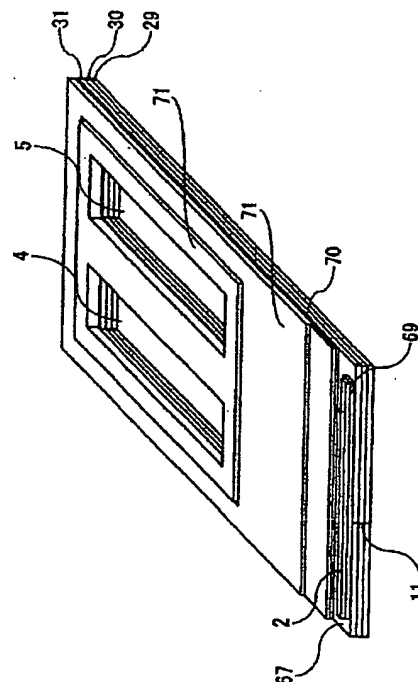
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 冷却装置及び光源装置

(57)【要約】

【課題】 冷却能力、薄さ、機械的強度、低コスト、低圧力損失を実現したLEDパター冷却用の冷却装置、及び同装置を用いた光源装置。

【解決手段】 溝型流路や開口型流路を設けた板状部材29～31の積層体で構成される冷却装置67の最上層の板状部材31上に、その前端面11に沿って、LEDアレイ2が、Pb-Sn合金等のハンダで固定され、更に、絶縁板70を介して金属板71が固定される。LEDアレイ2の半導体基板側の電極と金属板の間は配線用の金属フィルム等で電気的に接続される。絶縁板70と金属板71には、入口開口部4と出口開口部5に対応した位置に、両開口部4、5より大きい開口部が形成された漏洩防止用のシーリング部材72が配置される。開口部4、5を通じて冷却液の供給と排出を行えばLEDアレイ2が効率的に冷却される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被冷却体と熱的に接続し、内部を流れる冷却液で強制的に冷却される複数の板状部材を積層した積層体よりなる冷却装置であって、冷却液を導入するための入口開口部が形成された第1の板状部材と、前記第1の板状部材の第1の表面側に形成され、一端が前記入口開口部に接続され、他端が前記第1の板状部材の第1の辺の近傍にまで延伸されている、前記第1の板状部材の外周部の厚さより浅い第1の溝によって形成された第1の溝型流路と、

前記第1の板状部材の前記第1の表面側に配置された第2の板状部材と、

前記第2の板状部材に、前記第1の板状部材の前記第1の溝型流路の他端に対応した位置に前記冷却液を通過させるための貫通孔と、前記第2の板状部材の前記第1の板状部材とは反対側に配置され、前記冷却液を排出するための出口開口部が形成された第3の板状部材と、

前記第3の板状部材の前記第2の板状部材に面する側に形成され、一端が前記出口開口部に接続され、他端が前記第2の板状部材の前記貫通孔に対応した位置にまで延伸されている、前記第3の板状部材の外周部の厚さより浅い第2の溝によって形成された第2の溝型流路を備え、前記第2の板状部材に、前記貫通孔及び冷却液を導入するための入口開口部あるいは冷却液を排出するための出口開口部とは異なる、前記第2の板状部材の両面間を貫通した開口部によって形成された少なくとも一つ以上の開口型流路と、前記第2の板状部材の、前記第1の板状部材が配置された面に、前記第2の板状部材の外周部の厚さより浅い第3の溝によって形成された第3の溝型流路と、前記第2の板状部材の、前記第3の板状部材が配置された面に、前記第2の板状部材の外周部の厚さより浅い第4の溝によって形成された第4の溝型流路を備えていることを特徴とする冷却装置。

【請求項2】 前記第2の板状部材に設けられた少なくとも一つ以上の前記開口型流路が、前記第2の板状部材に設けられた前記入口開口部と前記出口開口部のどちらか一方と、前記第3の溝型流路か、前記第4の溝型流路のいずれか一方によって接続されていることを特徴とする請求項1に記載の冷却装置。

【請求項3】 前記第2の板状部材に設けられた少なくとも一つ以上の前記開口型流路が、前記第2の板状部材に設けられた前記入口開口部と前記出口開口部のどちらか一方と、前記第3の溝型流路か、前記第4の溝型流路のいずれか一方によって接続され、前記入口開口部と前記出口開口部の内、前記開口型流路に直接には接続されていない方の開口部と、前記第3の溝型流路と前記第4の溝型流路の内、前記開口型流路に直接には接続されていない溝型流路が接続していることを特徴とする、請求項1または請求項2に記載の冷却装置。

【請求項4】 前記第2の板状部材に前記開口型流路が

少なくとも二つ以上設けられ、少なくとも一つの前記開口型流路が、前記第2の板状部材に設けられた前記入口開口部と前記出口開口部のどちらか一方と、前記第3の溝型流路によって接続され、その他の少なくとも一つ以上の前記開口型流路が、前記入口開口部と前記出口開口部の内、前記第3の溝型流路によって前記開口型流路に直接には接続されていない方の開口部と、前記第4の溝型流路によって接続されていることを特徴とする、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の冷却装置。

10 【請求項5】 前記第1の板状部材の、前記第1の表面側に、前記第1の溝型流路と直接には接続していない、前記第1の板状部材の外周部の厚さより浅い第5の溝によって形成された第5の溝型流路か、前記第3の板状部材の、前記第2の板状部材が配置された表面側に、前記第2の溝型流路と直接には接続していない、前記第3の板状部材の外周部の厚さより浅い第6の溝によって形成された第6の溝型流路か、少なくとも前記第5の溝型流路と前記第6の溝型流路のいずれかが形成されていることを特徴とする、請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の冷却装置。

20 【請求項6】 前記第1の板状部材に形成された前記第1の溝型流路と前記第3の板状部材に形成された前記第6の溝型流路との間が前記第2の板状部材の前記開口型流路によって接続されているか、前記第1の板状部材に形成された前記第5の溝型流路と前記第3の板状部材に形成された前記第2の溝型流路との間が前記第2の板状部材の前記開口型流路によって接続されているか、少なくとも一方の接続状態が実現されていることを特徴とする、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の冷却装置。

30 【請求項7】 前記第2板状部材に形成された前記開口型流路の内、少なくとも一つの前記開口型流路の少なくとも一部分には、前記開口型流路を二つ以上の開口型流路を分離する前記第2板状部材の外周部の厚さと概略同じ厚さの分離帯が設けられていることを特徴とする、請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項8】 前記分離帯の少なくとも一端が、前記第3の溝型流路の、あるいは前記第4の溝型流路の、溝の底の部分あるいは複数の溝間の畝に接続することで、前記第2板状部材に一体化した状態で保持されていることを特徴とする、請求項7に記載の冷却装置。

40 【請求項9】 前記第1の板状部材と、前記第3の板状部材の間に、前記第2の板状部材が少なくとも2枚以上配置されていることを特徴とする、請求項1から請求項8のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項10】 前記第2の板状部材の内、少なくとも1組以上は概略同一形状をしていることを特徴とする、請求項9に記載の冷却装置。

50 【請求項11】 被冷却体と熱的に接続し、内部を流れる冷却液で強制的に冷却される複数の板状部材を積層し

た積層体よりなる冷却装置であって、冷却液を導入するための入口開口部が形成された第1の板状部材と、前記第1の板状部材の第1の表面側に形成され、一端が前記入口開口部に接続され、他端が前記第1の板状部材の第1の辺の近傍にまで延伸されている、前記第1の板状部材の外周部の厚さより浅い第1の溝によって形成された第1の溝型流路と、前記第1の板状部材の前記第1の表面側に配置された第2の板状部材と、前記第2の板状部材に、前記第1の板状部材の前記第1の溝型流路の他端に対応した位置に前記冷却液を通過させるための貫通孔と、前記第2の板状部材の前記第1の板状部材とは反対側に配置され、前記冷却液を排出するための出口開口部が形成された第3の板状部材と、前記第3の板状部材の前記第2の板状部材に面する側に形成され、一端が前記出口開口部に接続され、他端が前記第2の板状部材の前記貫通孔に対応した位置にまで延伸されている、前記第3の板状部材の外周部の厚さより浅い第2の溝によって形成された第2の溝型流路を備え、前記第1の溝型流路と前記第2の溝型流路の、少なくとも一方の溝型流路については、曲線部分を有し、前記溝型流路の幅が、前記溝型流路の延伸方向に沿って、概略一定であることを特徴とする冷却装置。

【請求項12】 前記第2の板状部材の、前記第1の板状部材が配置された面に、前記第2の板状部材の外周部の厚さより浅い第3の溝によって形成された第3の溝型流路が形成されているか、前記第2の板状部材の、前記第3の板状部材が配置された面に、前記第2の板状部材の外周部の厚さより浅い第4の溝によって形成された第4の溝型流路が形成されているか、少なくとも前記第3の溝型流路と前記第4の溝型流路の一方が形成されていることを特徴とする、請求項11に記載の冷却装置。

【請求項13】 前記第1の溝型流路、前記第2の溝型流路、前記第3の溝型流路、前記第4の溝型流路、前記第5の溝型流路、前記第6の溝型流路の内、少なくともいずれかの溝型流路の深さが、それらの溝型流路が形成されている板状部材の外周部の厚さの1/2より深いことを特徴とする、請求項1から請求項12のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項14】 前記第3の溝型流路と前記第4の溝型流路において、共に溝型流路の深さが、それらの溝型流路が形成されている板状部材の外周部の厚さの1/2より深く、前記第3の溝型流路と前記第4の溝型流路が互いに直接には接続していないことを特徴とする、請求項13に記載の冷却装置。

【請求項15】 被冷却体と熱的に接続し、内部を流れる冷却液で強制的に冷却される複数の板状部材を積層した積層体よりなる冷却装置であって、冷却液を導入するための入口開口部が形成された第1の板状部材と、前記第1の板状部材の第1の表面側に形成され、一端が前記入口開口部に接続され、他端が前記第

1の板状部材の第1の辺の近傍にまで延伸されている、前記第1の板状部材の外周部の厚さより浅い第1の溝によって形成された第1の溝型流路と、前記第1の板状部材の前記第1の表面側に配置された第2の板状部材と、前記第2の板状部材に、前記第1の板状部材の前記第1の溝型流路の他端に対応した位置に前記冷却液を通過させるための貫通孔と、

前記第2の板状部材の前記第1の板状部材とは反対側に配置され、前記冷却液を排出するための出口開口部が形成された第3の板状部材と、前記第3の板状部材の前記第2の板状部材に面する側に形成され、一端が前記出口開口部に接続され、他端が前記第2の板状部材の前記貫通孔に対応した位置にまで延伸されている、前記第3の板状部材の外周部の厚さより浅い第2の溝によって形成された第2の溝型流路を備え、

前記第2の板状部材の前記第1の板状部材が配置された面に、前記第2の板状部材の外周部の厚さより浅い第3の溝によって形成された第3の溝型流路と、前記第2の板状部材の前記第3の板状部材が配置された面に、前記第2の板状部材の外周部の厚さより浅い第4の溝によって形成された第4の溝型流路の両方が形成され、少なくとも、前記第3の溝型流路と前記第4の溝型流路の溝の深さが、前記第2の板状部材の外周部の厚さの1/2より深く、かつ前記第3の溝型流路と前記第4の溝型流路が互いに直接には接続していないことを特徴とする冷却装置。

【請求項16】 前記第3の溝型流路の少なくとも一部分が前記第1の溝型流路に対向した位置の少なくとも一部分に形成されているか、前記第4の溝型流路の少なくとも一部分が前記第2の溝型流路に対向した位置の少なくとも一部分に形成されているか、少なくともどちらかであることを特徴とする、請求項12または請求項15に記載の冷却装置。

【請求項17】 前記第2の板状部材に冷却液を導入するために形成された入口開口部と前記第3の溝型流路が接続しているか、前記第2の板状部材に冷却液を排出するために形成された出口開口部と前記第4の溝型流路が接続しているか、少なくともどちらかであることを特徴とする、請求項12、請求項15または請求項16のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項18】 前記第1の溝型流路、前記第2の溝型流路、前記第3の溝型流路、前記第4の溝型流路、前記第5の溝型流路、前記第6の溝型流路の内、少なくともいずれかの溝型流路の少なくとも一部分は、複数の分割された溝から形成され、溝間の畝が対向する板状部材に接合していることを特徴とする、請求項1から請求項17のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項19】 前記第1の溝型流路、前記第2の溝型流路、前記第3の溝型流路、前記第4の溝型流路の内、少なくとも一つ以上の溝型流路が、複数の分割された溝

から形成されて、溝間の畝が対向する板状部材に接合しており、前記分割されたそれぞれの溝の幅が、前記溝型流路の延伸方向に沿って、概略一定であることを特徴とする、請求項11または請求項12に記載の冷却装置。

【請求項20】 前記分割された溝の幅の合計に、前記分割された溝間に設けられた畝の幅の合計を加えた溝型流路の幅が、前記溝型流路の延伸方向に沿って、概略一定であることを特徴とする、請求項19に記載の冷却装置。

【請求項21】 前記第1の溝型流路、前記第2の溝型流路、前記第3の溝型流路、前記第4の溝型流路の内、少なくとも一つ以上の溝型流路の幅が、被冷却体の発熱部の幅に概略等しいことを特徴とする、請求項11、12、19あるいは20のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項22】 前記入口開口部と前記出口開口部の形状が矩形あるいは正方形であり、溝型流路に接続された前記入口開口部、あるいは前記出口開口部の辺の長さが、接続されている溝型流路の幅と概略等しいことを特徴とする、請求項11、12、または請求項19から請求項21のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項23】 前記入口開口部と前記出口開口部の形状が円形であり、前記入口開口部と前記出口開口部の直径が、接続されている溝型流路の幅と概略等しいことを特徴とする請求項11、12、または請求項19から請求項21のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項24】 前記第1の溝型流路の幅と、前記第2の溝型流路の幅と、前記貫通孔の幅が概略等しいことを特徴とする、請求項11、請求項12または請求項19から請求項23のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項25】 前記第1の溝型流路、前記第2の溝型流路、前記第3の溝型流路、前記第4の溝型流路の内、少なくとも一つ以上の溝型流路においては、溝が形成された側面から見た、前記溝の縁の形状が、少なくとも一部は、ほぼ同一中心を持つ円周の集合体であることを特徴とする、請求項11、12または19から請求項24のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項26】 第1の板状部材と第2の板状部材の少なくとも一方には、前記円周の集合体が複数存在し、一方の円周の集合体を構成する個々の前記円周と、他方の円周の集合体を構成する個々の前記円周とが、一対一で接続しており、接続点における円周の接線を共有していることを特徴とする、請求項25に記載の冷却装置。

【請求項27】 前記第1の溝型流路、前記第2の溝型流路、前記第3の溝型流路、前記第4の溝型流路の内、少なくとも一つ以上の溝型流路においては、溝が形成された側面から見た、前記溝の縁の形状が、少なくとも一部は直線であり、同一面上に形成された前記円周の集合体を構成する個々の前記円周と、一対一で接続しており、接続点における前記円周の接線が前記直線と同方向

であることを特徴とする、請求25に記載の冷却装置。

【請求項28】 前記貫通孔が、複数の分割された小孔の列から構成されており、前記小孔の間に存在する架橋部の位置が、前記第1の溝型流路と前記第2の溝型流路の少なくとも一方について、溝型流路の前記貫通孔に対応した位置にある部分の畝の位置に概略一致し、架橋部と畝が結合していることを特徴とする、請求項1から請求項27のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項29】 前記第1の溝型流路、前記第2の溝型流路、前記第3の溝型流路、前記第4の溝型流路、前記第5の溝型流路、前記第6の溝型流路の内、対向した面の形成された少なくとも1組の溝型流路において、溝型流路の溝間にある畝の位置が、少なくとも一部分は向かい合った同じ位置にあり、その位置にある畝同士が接合していることを特徴とする、請求項1から請求項28のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項30】 前記分離帯の少なくとも一部分は、前記第1の溝型流路、前記第2の溝型流路、前記第5の溝型流路、前記第6の溝型流路の少なくともいずれかの溝型流路の、少なくとも一部分の畝に接合する位置に設けられていることを特徴とする、請求項7または請求項8に記載の冷却装置。

【請求項31】 前記分離帯が設けられた前記開口型流路が形成されている前記第2の板状部材が少なくとも2枚以上配置されており、隣接する前記第2の板状部材の前記分離帯が概略同位置にあり、結合していることを特徴とする、請求項9に記載の冷却装置。

【請求項32】 前記貫通孔が複数の分割された小孔の列から構成されている、前記第2の板状部材が少なくとも2枚以上配置されており、隣接する前記第2の板状部材において、前記小孔の間に存在する架橋部の位置が概略一致していることを特徴とする、請求項9に記載の冷却装置。

【請求項33】 前記第1の板状部材と前記第2の板状部材と前記第3の板状部材に形成されている全ての溝型流路の深さが、それらの溝型流路が形成されている板状部材の外周部の厚さの1/2より深いことを特徴とする、請求項1から請求項32のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項34】 前記積層体を構成する全ての板状部材の、各々の厚さが概略等しいことを特徴とする、請求項1から請求項33のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項35】 前記積層体を構成する全ての板状部材が同一の材料で構成されていることを特徴とする、請求項1から請求項34のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項36】 前記積層体を構成する板状部材の各々が、金属材料で構成されていることを特徴とする、請求項1から請求項35のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項37】 前記積層体を構成する全ての板状部材の各々について、同じ位置に、前記入口開口部と前記出

口開口部が形成されていることを特徴とする、請求項1から請求項36のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項38】 前記積層体を構成する全ての板状部材の各々について、板状部材の外形、前記溝型流路、前記開口型流路、前記入口開口部、前記出口開口部、前記貫通孔の全てが、あるいは少なくともいずれかが、ホトレジストパターンを使った化学エッチング法によって成形されたことを特徴とする、請求項1から請求項37のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項39】 前記積層体を構成する全ての板状部材の各々に形成されている溝型流路の、あるいは、溝型流路が複数の分割された溝から構成されている場合はその分割された個々の溝の、少なくとも一部分については、溝の幅が、溝の深さの2倍以上で3倍以下であることを特徴とする、請求項1から請求項38のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項40】 前記積層体を構成する前記第2の板状部材に形成されている開口型流路の、あるいは、開口型流路が前記分離帯で分割されている場合はその分割された開口型流路の、少なくとも一部分については、流路の幅が、当該板状部材の外周部の厚さの1倍以上で5倍以下であることを特徴とする、請求項1から請求項39のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項41】 前記積層体を構成する板状部材の全て、あるいは少なくともその一部について、板状部材の外周部の厚さが $200\mu\text{m}$ 以上で $500\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項1から請求項40のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項42】 前記積層体を構成する板状部材において、冷却装置内流路として前記溝型流路が形成された前記第1の板状部材と前記第3の板状部材と、冷却装置内流路として前記溝型流路と前記開口型流路と前記貫通孔が形成された前記第2の板状部材の内、少なくとも1つの板状部材の少なくとも1つの前記冷却装置内流路が、マクロチャンネルであり、その最も小さい断面積寸法が $100\mu\text{m}$ より大きいことを特徴とする、請求項1から請求項41のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項43】 前記積層体を構成する全ての板状部材について形成されている全ての前記冷却装置内流路が、マクロチャンネルであり、その最も小さい断面積寸法が $100\mu\text{m}$ より大きいことを特徴とする、請求項1から請求項42のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項44】 前記積層体を構成する板状部材の前記入口開口部あるいは前記出口開口部に接続している溝型流路の前記入口開口部あるいは前記出口開口部に近接した部分の溝の幅が全て、あるいは少なくともその一部について、 $300\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項1から請求項43のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項45】 前記積層体を構成する各々の板状部材

の前記入口開口部の開口面積と、前記出口開口部の開口面積を加えた開口部面積が、前記入口開口部と前記出口開口部が設けられている表面側から見た当該板状部材の外形寸法である横方向の長さとの縦方向の長さの積として求まる面積の20%以上であることを特徴とする、請求項1から請求項44のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項46】 前記積層体を構成する板状部材の相互の接合が、板状部材の相互拡散による溶接、銀あるいは銀を含む銅材による銅付け接合、鉛か錫あるいは鉛か錫を含むハンダによる接合のいずれかによって行われることを特徴とする、請求項1から請求項45のいずれか1項に記載の冷却装置。

【請求項47】 前記積層体を構成する板状部材を相互に接合するために、前記板状部材の表面に被覆されるPbかSnあるいはPbかSnを含むハンダが無電解メッキによって行われることを特徴とする、請求項46に記載の冷却装置。

【請求項48】 請求項1から請求項47の内、いずれか1項に記載した冷却装置と、前記冷却装置中の前記第1の板状部材の前記溝型流路が形成されている面とは反対側の面上に、前記第1の辺に沿って担持される、複数のレーザダイオードを含むレーザダイオードアレイ、あるいは、前記第3の板状部材の前記溝型流路が形成されている面とは反対側の面上に、前記第1の辺に沿って担持される、複数のレーザダイオードを含むレーザダイオードアレイとよりなることを特徴とする光源装置。

【請求項49】 前記冷却装置と前記レーザダイオードアレイの間に、両表面にハンダ層を形成した金属製サブマウントを配置して、前記冷却装置と前記レーザダイオードアレイを電気的かつ熱的に接続させたことを特徴とする、請求項48に記載の光源装置。

【請求項50】 請求項48または49に記載した光源装置を、前記光源装置を構成する前記冷却装置の前記レーザダイオードアレイを担持している方の面の、前記レーザダイオードアレイが担持されている部分と前記入口開口部と前記出口開口部が形成されている部分を除いた少なくとも一部分に、前記レーザダイオードアレイの前記冷却装置に電気的に接続している方とは逆側の電極に電気的に接続した金属板あるいは金属層が電気絶縁体を介して前記冷却装置に接合された状態で、冷却液の漏洩防止用のシーリング部材を前記入口開口部と前記出口開口部の周辺部に配置して、複数個積層して作製されたことを特徴とする面発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、一般的に言えば冷却装置に関し、特に、例えばレーザダイオードアレイの如く多量の熱を放出する機器を冷却するための冷却装置、並びに、かかる冷却装置をレーザダイオードアレイの冷却に用いた光源装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】レーザダイオードアレイの用途の一つとして、高出力固体レーザの励起用光源がある。固体レーザを、キセノンランプ等の従来の光源に代えて、鋭いスペクトルを持つ放光が得られるレーザダイオードにより励起することにより、非常に効率の良いレーザ発振が可能になる。一般に、このような高出力固体レーザの励起用光源として使われるレーザダイオードアレイでは、典型的には数十ワットの光パワーを出力する長さ1cm程度の一次元のレーザダイオードアレイ（レーザダイオードバー：以下、LDバーと呼ぶ）をスタック（積み重ね）した二次元のレーザダイオードアレイ（面発光装置）として用いることが多い。

【0003】LDバーからこのような高い光パワーを出力させようとする、LDバーからは光パワー出力と同程度以上の多量の発熱があるため、LDバーを冷却する冷却装置が不可欠となる。全体として大きな光パワー出力を得ようとする、当然、多数のLDバーをスタックすることが必要となり、また、光パワー出力密度を高めようするとスタックピッチを小さくする必要がある。

【0004】従って、LDバーを冷却する冷却装置には、多数スタックできることと、薄くて短ピッチでスタックできることが要求される。一般に、LDバーを多数スタックしたケースでは要求される冷却液の全体流量が増加することになるが、実際には冷却装置内で冷却液の圧力損失が増加し、そのために所望の冷却液流量が確保出来ず、冷却能力が低下するという問題が起って来る。

【0005】このような事情から、冷却装置の厚さをできるだけ増大させることなく、且つ、薄層の冷却装置の機械的強度をできるだけ損なうことなく、冷却装置内の圧力損失を低減することが望まれる。また、これら

の要望に併せて、多くのLDバーを使用することから、それぞれのLDバーに使用する冷却装置のコストはできるだけ低減する必要がある。

【0006】図1は、複数のLDバーからなる面発光装置1の構成を示す分解図である。図1を参照すると、複数のLDバー2はそれぞれ別の冷却装置3に熱的に接続されており、冷却液は各冷却装置に共通して設けられた入口開口部4から冷却装置3の内部に設けられた冷却装置内流路に流入し、LDバーが配置された位置のほぼ真下を経由した後、各冷却装置に共通して設けられた出口開口部5に排出される。従って、LDバーと冷却液間の熱抵抗を低くでき、発熱によるLDバーの温度上昇を低く抑えることができる。なお、図1では構成を分かりやすくするため、実際の使用時より冷却装置の間隔を拡げて示しており、冷却装置間からの冷却液の漏洩を防ぐためのシーリング部材や、LDバーの冷却装置に接続していない方の電極に接続するリード配線用部材等の指示は省略されている。

【0007】図2は、図1に示された1個のLDバーを

冷却する冷却装置の構成例を示す分解図であり、ドイツ特許DE4315580（A1）に記載された従来の冷却装置の構成を示している。図2を参照すると、冷却装置3は、（1）冷却液の入口開口部4並びに出口開口部5が形成された第1薄層板6と、（2）上記第1薄層板6の上に配置され、上記入口開口部と上記出口開口部にそれぞれ対応した入口開口部4と出口開口部5と、

（3）入口開口部4に連通し上記入口開口部4から冷却装置前表面11に向かって幅を拡げながら延在する冷却液流路12が形成された第2薄層板7と、（4）上記第2薄層板7の上に配置され、上記入口開口部と上記出口開口部にそれぞれ対応した入口開口部4並びに出口開口部5と、（5）上記冷却液流路12の冷却装置前表面11に対応して冷却液流路として機能するスリット13が上記入口開口部4と上記出口開口部5から孤立して形成された第3薄層板8と、（6）上記第3薄層板8の上に配置され、上記入口開口部並びに上記出口開口部にそれぞれ対応した入口開口部4並びに出口開口部5と、

（7）上記スリット13に対応して冷却装置前表面11に沿ってマイクロチャネル14と、（8）上記出口開口部に連通し、マイクロチャネル14から上記出口開口部5に向かって幅を狭めながら延在する冷却液通路12が形成された第4薄層板9と、（9）上記第4薄層板9の上に配置され、上記入口開口部と上記出口開口部にそれぞれ対応した入口開口部4と出口開口部5が形成された第5薄層板10、から構成されている。

【0008】各薄層板6～10は、例えば銅などの熱伝導の高い材料で構成され、互いに積層することによって、入口開口部に導入された冷却液が、マイクロチャネル14を通り、更に出口開口部に排出されるようになる。そしてその際に、第5薄層板上に冷却装置前表面11に沿って設けられたLDバー（図2には図示せず）が冷却される。マイクロチャネル14は、冷却液の境界層による熱交換効率の低下を抑制するため、レーザ加工等によって形成された幅が20μm程度の微細な流路である。図2の冷却装置においては、薄層板6～10の成形が、主にレーザ加工による切断またはスタンピングによる打抜きである故に、1個の冷却装置を構成するために薄層板の枚数が通常5枚程度と多くなり、マイクロチャネル等流路の端部の比較的短い距離の流路以外は流路の幅が広がっている。従って、図2の従来の冷却装置では、機械的強度の面で余り薄い薄層板が使用できない上に、使用する薄層板の枚数が多いので、冷却装置は必然的に比較的厚くなってしまいう問題がある。また、レーザ加工はコストがかかることと、部品点数が多くなることから、冷却装置のコストが高くなる問題もある。

【0009】次に図3は、1個のLDバーを冷却する図2とは別の冷却装置15の構成を示す分解図であり、米国特許第5、105、429号に記載された従来の冷却装置の構成を示している。図3を参照すると、冷却装置



15は、(1)冷却液の入口開口部4と出口開口部5と、入口開口部4に連通し上記入口開口部4から冷却装置前端面11に向かって幅を拡げながら延在する薄層板の外周部の厚さより浅い冷却液流路16が形成された下層薄層板17と、(2)上記下層薄層板17の上に配置され、上記入口開口部と上記出口開口部にそれぞれ対応した入口開口部4と出口開口部5と、上記冷却液流路15の冷却装置前端面11に対応して冷却液流路として機能するスリット13が上記入口開口部4と上記出口開口部5から孤立して形成された中層薄層板18と、(3)上記中層薄層板の上に配置され、上記入口開口部と上記出口開口部にそれぞれ対応した入口開口部4と出口開口部5と、上記スリット13に対応して冷却装置前端面11に沿ってマイクロチャネル14(裏側に形成されているため図示されていない)と、(4)上記出口開口部に連通し、マイクロチャネル14から上記出口開口部5に向かつて幅を狭めながら延在する薄層板の外周部の厚さより浅い冷却液通路16裏側に形成されているため図示されていない)が形成された上層薄層板19、から構成されている。

【0010】ここで、上記の下層薄層板17と上層薄層板19は、シリコン材料の基板で構成され、上記の中層薄層板18はガラス材料で構成する例が上記特許明細書中に記載されている。これらは互いに積層することによって、入口開口部に導入された冷却液が、マイクロチャネル14を通り、更に出口開口部に排出されるようになっている。

【0011】そしてその際に、上層薄層板上に冷却装置前端面11に沿って設けられたLDバー2が冷却される。マイクロチャネル14は、冷却液の境界層による熱交換効率の低下を抑制するため、シリコンの異方性エッチング技術を利用して、典型的には幅が $25\mu\text{m}$ 、深さ $125\mu\text{m}$ の微細な流路に成形されている。

【0012】ここで、マイクロチャネルを異方性エッチング技術で成形するためには、薄層板の材料としてシリコン等の単結晶を使用することが不可欠であり、従って、図3に示した従来の冷却装置では、冷却装置の機械的強度が低く、積層方向に過度の圧力をかけることができないことに注意する必要がある。このような短所は、冷却液の漏洩の危険性があることを意味するからである。

【0013】また、マイクロチャネルを形成するための異方性エッチングはコストがかかることと、材料の機械的強度が低くて製造歩留の低下が懸念されるから、冷却装置のコストが高くなる問題もある。

【0014】更に図4は、以前に我々が発明し、特開平10-209531号公報に記されている冷却装置を表わしており、1個のLDバーを冷却する図2あるいは図3とは別の冷却装置20の構成を分解図で示している。

図4を参照すると、冷却装置20は、例えば銅などの熱

伝導の高い材料からなる3枚の板状部材21~23から構成されており、上側の板状部材23の裏側には、下側の板状部材21と同様なパターン溝状の冷却液流路24が形成されている。

【0015】上記の冷却液流路は、畝25で分離された溝26によって形成され、上記畝25が隣接する中間の板状部材21に熱的及び機械的に接続している点、並びに、上記中間の板状部材21にはスリットの代わりに互いに独立した複数の小孔27からなる貫通孔が設けられ、上記小孔間の架橋部28が熱伝導と上記中間の板状部材21の変形防止に寄与する点に特徴がある。

【0016】これらの特徴により、上記の3枚の板状部材21~23間の熱的結合が向上し、LDバーで発生した熱を冷却装置20の広い範囲に効果的に拡散させることで加工コストの高いマイクロチャネルを使用することなく優れた冷却性能が実現可能となっている。また、3枚の板状部材だけで上記冷却装置20にかなりの機械的強度を与えている。

【0017】このように、図4に示した冷却装置20は、図2に示した冷却装置3や、図3に示した冷却装置15の問題点を一応は解決している。しかし、比較的細かい冷却液流路の部分、冷却液流路の屈曲部、冷却液が分流や合流している場所が多く、冷却装置内の冷却液の圧力損失が少し多いと言う問題が残っている。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】上記の如き従来技術に対する考察から、高出力LD励起固体レーザに励起に必要な光パワー出力と光パワー出力密度が共に高く信頼性の高い面発光装置を低コストで実現しようとする、LDバーを冷却する冷却装置には、(1)光パワー出力の高いLDバーからは発熱量も大きいのでまず冷却能力に優れていること、(2)短ピッチスタック可能なように薄いこと、(3)冷却液の漏洩が確実に防止するために必要な圧力がかけられるように充分な機械的強度があること、(4)多数スタックした時に必要な流量の冷却液が流せるように冷却装置での冷却液の圧力損失が少ないこと、(5)冷却装置1個当たりのコストが安いこと、などが要求されることが判る。

【0019】従って、理想的には、これらの要求の全てを満足する冷却装置が望まれる訳であるが、従来の冷却装置ではこれらの要求の一部あるいはかなりの部分について、満足度が低い。

【0020】先ず、図2に示した冷却装置3においては、薄層板6~10の成形が、主としてレーザ加工による切断またはスタンピングによる打抜きでなされるため、1個の冷却装置を構成するために薄層板の枚数が通常5枚程度と多くなり、マイクロチャネル等流路の端部の比較的短い距離の流路以外は流路の幅が広がっている。

【0021】従って、機械的強度の点で十分に薄い薄層

10

20

30

40

50

板が使用できない上に、使用する薄層板の枚数が多いので、冷却装置3は必然的に比較的厚くなってしまいう問題が生じる。また、冷却装置3が優れた冷却能力を発揮する上で不可欠なマイクロチャネル14の製作には、スタンピングや等方的にエッチングが進む通常の化学エッチングによる成形の適用が困難であるため、レーザ加工を用いることになるが、レーザ加工はコストがかかり、部品点数が多いことを考慮すると、冷却装置のコストリダクションを妨げる要因になる。

【0022】また、図3に示した従来の冷却装置15においては、やはり優れた冷却能力を得る上で不可欠なマイクロチャネル14の製作に、等方的にエッチングが進む通常の化学エッチングによる成形を適用することは困難である。そして、もし異方性エッチング技術を適用した成形によるのであれば、薄層板の材料としてシリコン等の単結晶を使用することが不可欠となる。その場合、冷却装置の機械的強度が低く、積層方向に過度の圧力をかけることができないので、冷却液の漏洩の危険性があり信頼性に欠けるという問題が生じる。

【0023】また、マイクロチャネルを形成するための異方性エッチングはコストがかかることと、材料の機械的強度が低くて製造歩留の低下が懸念されるから、冷却装置のコストが高くなる。

【0024】次に図4に示した冷却装置20は、(1)銅などの熱伝導の高い材料からなる3枚の板状部材から構成されており、上側の板状部材23の裏側と下側の板状部材21の表側には、畝25で分離された溝26によって構成された冷却液流路が設けられ、畝25が隣接する中間の板状部材21に熱的及び機械的に接続していることと、(2)中間の板状部材21にはスリットの代わりに互いに独立した複数の小孔27からなる貫通孔が設けられ、上記小孔間の架橋部28が熱伝導と上記中間の板状部材21の変形防止に寄与するという特徴を有している。

【0025】この特徴により、上記の3枚の板状部材間の熱的結合を向上させ、LEDバーで発生した熱を冷却装置20の広い範囲に効果的に拡散させることで加工コストの高いマイクロチャネルを使用することなく優れた冷却性能を実現すると共に、3枚の板状部材だけで冷却装置の機械的強度を向上させることに成功している。そして、マイクロチャネルを使用していないので、板状部材は全て通常の化学エッチングだけで成形できるため大幅にコストが低減できる。

【0026】即ち、図4に示した冷却装置20は、図2に示した冷却装置3や、図3に示した冷却装置15の問題点を解決しており、冷却装置に対する前述の5つの要求の内、4つまでを満たしている。しかし、比較的細い冷却液流路の部分、冷却液流路の屈曲部、冷却液が分流や合流している場所が多く、冷却装置内の冷却液の圧力損失が少し多いと言う問題点を残している。そのため、

必要とする冷却液の流量を冷却装置に流そうとすると、冷却液送り出し用のポンプに対する負荷が増大し、冷却液配管系の耐圧性の要求も高くなるという問題がある。特に多数スタックした時には、総必要流量がスタック数に比例して増加するため、圧力損失が顕著になり、必要流量が流せず、所定の冷却能力が得られないという問題も生じてくる。

【0027】そこで、本発明の1つの目的は、光パワー出力と光パワー出力密度が共に高く信頼性の高い低コスト面発光装置に要求される、冷却能力、厚さ、必要な部分の機械的強度、低コストに加えて、低圧力損失も実現したLEDバー冷却用の冷却装置、及びかかる冷却装置を用いた光源装置を提供することにある。

【0028】また、別に観点から言えば、本発明は、レーザダイオード等を冷却するための板状部材から構成される薄層型冷却装置を、冷却装置内の冷却液の圧力損失を低減させて必要な流量の冷却液を容易に流すことが可能であり、それにより薄型構造で高い冷却能力を発揮出来るように改良することを企図している。そして、これに付帯して、そのように改良された冷却装置をレーザダイオードアレイの冷却に用いた光源装置を提供することをも企図している。

【0029】

【課題を解決するための手段】本発明は、レーザダイオード等を冷却するための板状部材から構成される薄層型冷却装置において、中層板状部材の両面に板状部材の外周部より浅い溝型流路を設けると共に、両面間を貫通する開口型流路を設けた構造を採用し、厚さを増大させることなく流路の断面積を増加させ、薄型構造で冷却能力の高い冷却装置を提供し、また、それをレーザダイオードアレイの冷却に用いた光源装置を提供する。請求項別に具体的に発明の要旨を分説すれば、次のようになる。

【0030】請求項1に記載した発明では、被冷却体と熱的に接続し、内部を流れる冷却液で強制的に冷却される複数の板状部材を積層した積層体よりなる冷却装置に次の特徴が備わっている。

【0031】先ず、同冷却装置には、冷却液を導入するための入口開口部が形成された第1の板状部材と、前記第1の板状部材の第1の表面側に形成され、一端が前記入口開口部に接続され、他端が前記第1の板状部材の第1の辺の近傍にまで延伸されている、前記第1の板状部材の外周部の厚さより浅い第1の溝によって形成された第1の溝型流路と、前記第1の板状部材の前記第1の表面側に配置された第2の板状部材と、前記第2の板状部材に、前記第1の板状部材の前記第1の溝型流路の他端に対応した位置に前記冷却液を通過させるための貫通孔と、前記第2の板状部材の前記第1の板状部材とは反対側に配置され、前記冷却液を排出するための出口開口部が形成された第3の板状部材と、前記第3の板状部材の前記第2の板状部材に面する側に形成され、一端が前記

出口開口部に接続され、他端が前記第2の板状部材の前記貫通孔に対応した位置にまで延伸されている、前記第3の板状部材の外周部の厚さより浅い第2の溝によって形成された第2の溝型流路を備えている。

【0032】更に、同冷却装置は、前記第2の板状部材に、前記貫通孔及び冷却液を導入するための入口開口部あるいは冷却液を排出するための出口開口部とは異なる、前記第2の板状部材の両面間を貫通した開口部によって形成された少なくとも一つ以上の開口型流路と、前記第2の板状部材の、前記第1の板状部材が配置された面に、前記第2の板状部材の外周部の厚さより浅い第3の溝によって形成された第3の溝型流路と、前記第2の板状部材の、前記第3の板状部材が配置された面に、前記第2の板状部材の外周部の厚さより浅い第4の溝によって形成された第4の溝型流路を備えている。

【0033】このような手段により、冷却装置に要求されるその他の要求を犠牲にすること無く、冷却液流路の断面積を増やして冷却装置内流路における圧力損失を低減することができる。請求項2に記載した発明では、更に、前記第2の板状部材に設けられた少なくとも一つ以上の前記開口型流路が、前記第2の板状部材に設けられた前記入口開口部と前記出口開口部のどちらか一方と、前記第3の溝型流路か、前記第4の溝型流路のいずれか一方によって接続されている。

【0034】請求項3に記載した発明では、請求項1あるいは請求項2で規定された事項に加え、前記第2の板状部材に設けられた少なくとも一つ以上の前記開口型流路が、前記第2の板状部材に設けられた前記入口開口部と前記出口開口部のどちらか一方と、前記第3の溝型流路か、前記第4の溝型流路のいずれか一方によって接続され、前記入口開口部と前記出口開口部の内、前記開口型流路に直接には接続されていない方の開口部と、前記第3の溝型流路と前記第4の溝型流路の内、前記開口型流路に直接には接続されていない溝型流路が接続していることが特徴となっている。

【0035】請求項4に記載した発明では、請求項1、請求項2あるいは請求項3で規定された事項に加え、前記第2の板状部材に前記開口型流路が少なくとも二つ以上設けられ、少なくとも一つの前記開口型流路が、前記第2の板状部材に設けられた前記入口開口部と前記出口開口部のどちらか一方と、前記第3の溝型流路によって接続され、その他の少なくとも一つ以上の前記開口型流路が、前記入口開口部と前記出口開口部の内、前記第3の溝型流路によって前記開口型流路に直接には接続されていない方の開口部と、前記第4の溝型流路によって接続されていることが特徴となっている。

【0036】これら請求項1～請求項4の冷却装置においては、冷却装置への冷却液の流入部あるいは流失部における冷却液流路断面積が増加して、更に冷却装置内流路における圧力損失を低減することができる。

【0037】また、請求項5に記載した発明では、請求項1～請求項4のいずれか1項で規定された事項に加え、前記第1の板状部材の、前記第1の表面側に、前記第1の溝型流路と直接には接続していない、前記第1の板状部材の外周部の厚さより浅い第5の溝によって形成された第5の溝型流路か、前記第3の板状部材の、前記第2の板状部材が配置された表面側に、前記第2の溝型流路と直接には接続していない、前記第3の板状部材の外周部の厚さより浅い第6の溝によって形成された第6の溝型流路か、少なくとも前記第5の溝型流路と前記第6の溝型流路のいずれかが形成されていることが特徴となっている。

【0038】この発明では、冷却液流路の断面積を更に増やして冷却装置内流路における圧力損失を低減することができる。

【0039】請求項6に記載した発明では、請求項1～請求項5のいずれか1項で規定された事項に加え、前記第1の板状部材に形成された前記第1の溝型流路と前記第3の板状部材に形成された前記第6の溝型流路との間が前記第2の板状部材の前記開口型流路によって接続されているか、前記第1の板状部材に形成された前記第5の溝型流路と前記第3の板状部材に形成された前記第2の溝型流路との間が前記第2の板状部材の前記開口型流路によって接続されているか、少なくとも一方の接続状態が実現されていることが特徴となっている。

【0040】この特徴により、冷却液流路の配置の自由度が増すと共に、複数の溝型流路と開口型流路が結合して、冷却液流路の断面積を更に増加させて冷却装置内流路における圧力損失を一層低減することができる。

【0041】請求項7に記載した発明では、請求項1～請求項6のいずれか1項で規定された事項に加え、前記第2板状部材に形成された前記開口型流路の内、少なくとも一つの前記開口型流路の少なくとも一部分には、前記開口型流路を二つ以上の開口型流路を分離する前記第2板状部材の外周部の厚さと概略同じ厚さの分離帯が設けられていることが特徴となっている。

【0042】請求項8に記載した発明では、請求項7規定された事項に加え、前記分離帯の少なくとも一端が、前記第3の溝型流路の、あるいは前記第4の溝型流路の、溝の底の部分に接続することで、前記第2板状部材に一体化した状態で保持されていることが特徴となっており、これにより、開口型流路が存在することによる冷却装置の機械的強度の低下を防止できる。

【0043】また、請求項9に記載した発明では、請求項1～請求項8のいずれか1項で規定された事項に加え、前記第1の板状部材と、前記第3の板状部材の間に、前記第2の板状部材が少なくとも2枚以上配置されていることが特徴となっている。このように、前記第2の板状部材を増やすことによって、冷却装置の厚さは少し増加するが、冷却液流路の断面積を増加させて冷

却装置内流路における圧力損失を低減することもできる。

【0044】請求項10に記載した発明では、請求項9で規定された事項に加え、前記第2の板状部材の内、少なくとも1組以上は概略同一形状をしていることが特徴となっており、これにより、冷却装置の部品の種類が増えることによるコストの上昇を抑制することができる。

【0045】また、冷却装置内の圧力損失を低減する手段として、冷却液流路の断面積を増やす以外に、冷却液流路の屈曲、急拡大、急縮小、冷却液の分流や合流を少なくする方法がある。冷却液流路の屈曲、急拡大、急縮小、あるいは、冷却液の分流や合流による冷却装置内の圧力損失は、冷却液の流量が多い時に顕著になるので、冷却能力を高めるため、冷却液の流量が増やす必要がある場合に有効な方法である。

【0046】この考え方に従って、請求項11に記載した発明では、被冷却体と熱的に接続し、内部を流れる冷却液で強制的に冷却される複数の板状部材を積層した積層体よりなる冷却装置において次の特徴が備わっている。

【0047】即ち、同冷却装置は、冷却液を導入するための入口開口部が形成された第1の板状部材と、前記第1の板状部材の第1の表面側に形成され、一端が前記入口開口部に接続され、他端が前記第1の板状部材の第1の辺の近傍にまで延伸されている、前記第1の板状部材の外周部の厚さより浅い第1の溝によって形成された第1の溝型流路と、前記第1の板状部材の前記第1の表面側に配置された第2の板状部材と、前記第2の板状部材に、前記第1の板状部材の前記第1の溝型流路の他端に対応した位置に前記冷却液を通過させるための貫通孔と、前記第2の板状部材の前記第1の板状部材とは反対側に配置され、前記冷却液を排出するための出口開口部が形成された第3の板状部材と、前記第3の板状部材の前記第2の板状部材に面する側に形成され、一端が前記出口開口部に接続され、他端が前記第2の板状部材の前記貫通孔に対応した位置にまで延伸されている、前記第3の板状部材の外周部の厚さより浅い第2の溝によって形成された第2の溝型流路を備えている。

【0048】そして、前記第1の溝型流路と前記第2の溝型流路の、少なくとも一方の溝型流路については、曲線部分を有し、前記溝型流路の幅が、前記溝型流路の延伸方向に沿って、概略一定となっている。この特徴により、冷却液流路の屈曲、急拡大、急縮小を少なくして、冷却装置内の圧力損失を低減することができる。

【0049】また、請求項12に記載した発明では、請求項11で規定された事項に加え、前記第2の板状部材の、前記第1の板状部材が配置された面に、前記第2の板状部材の外周部の厚さより浅い第3の溝によって形成された第3の溝型流路が形成されているか、前記第2の板状部材の、前記第3の板状部材が配置された面に、前

記第2の板状部材の外周部の厚さより浅い第4の溝によって形成された第4の溝型流路が形成されているか、少なくとも前記第3の溝型流路と前記第4の溝型流路の一方が形成されていることが特徴となっている。この特徴により、冷却液流路の断面積増加による冷却装置内の圧力損失低減も実現することができる。

【0050】請求項13に記載した発明では、請求項1～請求項12のいずれか1項で規定された事項に加え、前記第1の溝型流路と、前記第2の溝型流路、前記第3の溝型流路、前記第4の溝型流路、前記第5の溝型流路、前記第6の溝型流路の、少なくともいずれかの溝型流路の深さが、それらの溝型流路が形成されている板状部材の外周部の厚さの $1/2$ より深いことが特徴となっている。

【0051】この特徴により、冷却液流路の断面積が増加して冷却装置内の圧力損失が低減できるのみならず、後述のように、全ての溝型流路が板状部材の外周部の厚さの $1/2$ より深い板状部材については、外形、溝型流路、開口型流路、開口部、貫通孔が一度の化学エッチングで形成できるようになるため、板状部材の加工コストを大幅に低減できる。

【0052】特に、請求項14に記載したように、請求項13で規定された事項に加え、前記第3の溝型流路と前記第4の溝型流路において、共に溝型流路の深さが、それらの溝型流路が形成されている板状部材の外周部の厚さの $1/2$ より深く、前記第3の溝型流路と前記第4の溝型流路が互いに直接には接続していないことを特徴とする冷却装置においては、板状部材の加工コストが増加することなく、断面積の大きい冷却液流路の部分を増やして冷却装置内の圧力損失を低減するのに有効である。

【0053】請求項15に記載した発明では、被冷却体と熱的に接続し、内部を流れる冷却液で強制的に冷却される複数の板状部材を積層した積層体よりなる冷却装置が提供される。

【0054】同冷却装置は、冷却液を導入するための入口開口部が形成された第1の板状部材と、前記第1の板状部材の第1の表面側に形成され、一端が前記入口開口部に接続され、他端が前記第1の板状部材の第1の辺の近傍にまで延伸されている、前記第1の板状部材の外周部の厚さより浅い第1の溝によって形成された第1の溝型流路と、前記第1の板状部材の前記第1の表面側に配置された第2の板状部材と、前記第2の板状部材に、前記第1の板状部材の前記第1の溝型流路の他端に対応した位置に前記冷却液を通過させるための貫通孔と、前記第2の板状部材の前記第1の板状部材とは反対側に配置され、前記冷却液を排出するための出口開口部が形成された第3の板状部材と、前記第3の板状部材の前記第2の板状部材に面する側に形成され、一端が前記出口開口部に接続され、他端が前記第2の板状部材の前記貫通孔

に対応した位置にまで延伸されている、前記第3の板状部材の外周部の厚さより浅い第2の溝によって形成された第2の溝型流路を備える。そして、更に、前記第2の板状部材の前記第1の板状部材が配置された面に、前記第2の板状部材の外周部の厚さより浅い第3の溝によって形成された第3の溝型流路と、前記第2の板状部材の前記第3の板状部材が配置された面に、前記第2の板状部材の外周部の厚さより浅い第4の溝によって形成された第4の溝型流路の両方が形成されている。ここで、少なくとも、前記第3の溝型流路と前記第4の溝型流路の溝の深さが、前記第2の板状部材の外周部の厚さの1/2より深く、かつ前記第3の溝型流路と前記第4の溝型流路が互いに直接には接続していない。

【0055】この冷却装置では、冷却液流路の断面積の増加率はやや小さいが、前記第2の板状部材に冷却装置の機械的強度を若干低下させる恐れのある前記の開口型流路を設けず、冷却装置内の圧力損失を低減することもできる。また、前記第2の板状部材の溝型流路の具体的な配置については、前記第2の板状部材に開口型流路が設けられていない場合に、請求項16に記載した冷却装置が提案される。

【0056】即ち、請求項16に記載された発明では、請求項12または請求項15のいずれか1項で規定された事項に加え、前記第3の溝型流路の少なくとも一部分が前記第1の溝型流路に対向した位置の少なくとも一部分に形成されているか、前記第4の溝型流路の少なくとも一部分が前記第2の溝型流路に対向した位置の少なくとも一部分に形成されているか、少なくともどちらかであることが特徴となっている。この発明では、対向した部分の冷却液流路について、断面積が概略2倍になり、冷却装置内の圧力損失の低減効果を大きくできる。

【0057】更に、請求項17に記載したように、前記第2の板状部材に冷却液を導入するために形成された入口開口部と前記第3の溝型流路が接続しているか、前記第2の板状部材に冷却液を排出するために形成された出口開口部と前記第4の溝型流路が接続しているか、少なくともどちらかであることを特徴とする。請求項12、請求項15または請求項16のいずれか1項に記載の冷却装置によって、冷却装置への冷却液の流入部あるいは流出部における冷却液流路断面積が増加して、更に冷却装置内流路における圧力損失を低減することができる。

【0058】また、請求項18に記載された発明では、請求項1～請求項17のいずれか1項で規定された事項に加え、前記第1の溝型流路、前記第2の溝型流路、前記第3の溝型流路、前記第4の溝型流路、前記第5の溝型流路、前記第6の溝型流路の内、少なくともいずれかの溝型流路の少なくとも一部分は、複数の分割された溝から形成され、溝間の畝が対向する板状部材に接合していることが特徴となっている。この特徴により、溝型流路に対向している板状部材が畝で支えられるので、その

変形が防止でき、冷却装置の機械的強度を保つことができる。

【0059】請求項19に記載された発明では、請求項11または請求項12のいずれか1項で規定された事項に加え、前記第1の溝型流路、前記第2の溝型流路、前記第3の溝型流路、前記第4の溝型流路の内、少なくとも一つ以上の溝型流路が、複数の分割された溝から形成されて、溝間の畝が対向する板状部材に接合しており、前記分割されたそれぞれの溝の幅が、前記溝型流路の延伸方向に沿って、概略一定であることが特徴となっている。

【0060】請求項20に記載された発明では、この請求項19で規定された事項に加え、前記分割された溝の幅の合計に、前記分割された溝間に設けられた畝の幅の合計を加えた溝型流路の幅が、前記溝型流路の延伸方向に沿って、概略一定であることが特徴となっている。請求項19あるいは請求項20に記載された発明では、溝型流路に対向している板状部材が畝で支えられるので、その変形が防止でき、冷却装置の機械的強度を保つことができると共に、冷却液流路の急拡大、急縮小が少なくでき、冷却装置内流路における圧力損失を低減することもできる。

【0061】請求項21に記載された発明では、請求項11、請求項12、請求項19あるいは請求項20のいずれか1項に記載された事項に加え、前記第1の溝型流路、前記第2の溝型流路、前記第3の溝型流路、前記第4の溝型流路の内、少なくとも一つ以上の溝型流路の幅が、被冷却体の発熱部の幅に概略等しいということが特徴となっている。

【0062】請求項22に記載された発明では、請求項11、請求項12、請求項19あるいは請求項21のいずれか1項に記載された事項に加え、前記入口開口部と前記出口開口部の形状が矩形あるいは正方形であり、溝型流路に接続された前記入口開口部、あるいは前記出口開口部の辺の長さが、接続されている溝型流路の幅と概略等しいことが特徴となっている。

【0063】請求項23に記載された発明では、請求項11、請求項12、あるいは請求項19～請求項21のいずれか1項に記載された事項に加え、前記入口開口部と前記出口開口部の形状が円形であり、前記入口開口部と前記出口開口部の直径が、接続されている溝型流路の幅と概略等しいことが特徴となっている。

【0064】これら請求項21～請求項23に記載された発明では、上記入口開口部から前記出口開口部までの冷却液流路の幅を概略一定に保つことができるので、冷却液流路の急拡大、急縮小が特に少なくでき、冷却装置内流路における圧力損失を低減することもできる。

【0065】請求項24に記載された発明では、請求項11、請求項12、あるいは請求項19～請求項23のいずれか1項に記載された事項に加え、前記第1の溝型

流路の幅と、前記第2の溝型流路の幅と、前記貫通孔の幅が概略等しいことが特徴となっている。この冷却装置では、冷却液流路の急拡大、急縮小を事実上殆ど無くすることができ、冷却装置内流路における圧力損失を低減することもできる。

【0066】請求項25に記載された発明では、請求項11、請求項12、あるいは請求項19～請求項24のいずれか1項に記載された事項に加え、前記第1の溝型流路、前記第2の溝型流路、前記第3の溝型流路、前記第4の溝型流路の内、少なくとも一つ以上の溝型流路においては、溝が形成された面側から見た、前記溝の縁の形状が、少なくとも一部は、ほぼ同一中心を持つ円周の集合体であることが特徴となっている。

【0067】この冷却装置では、冷却液流路の急拡大、急縮小が防げると共に、冷却液流路の屈曲を防げるので、冷却装置内流路における圧力損失を低減することもできる。特に、請求項26に記載されたように、請求項25で規定された事項に加え、第1の板状部材と第2の板状部材の少なくとも一方には、前記円周の集合体が複数存在し、一方の円周の集合体を構成する個々の前記円周と、他方の円周の集合体を構成する個々の前記円周とが、一対一で接続しており、接続点における円周の接線を共有していることを特徴とする冷却装置では、冷却液が前記貫通孔を通過して流れの方向が反転する部分を除くと、冷却液流路の屈曲を殆ど無くすることができるので、冷却装置内流路における圧力損失を低減することもできる。

【0068】同様に、請求項27に記載されたように、前記第1の溝型流路、前記第2の溝型流路、前記第3の溝型流路、前記第4の溝型流路の内、少なくとも一つ以上の溝型流路においては、溝が形成された面側から見た、前記溝の縁の形状が、少なくとも一部は直線であり、同一面上に形成された前記円周の集合体を構成する個々の前記円周と、一対一で接続しており、接続点における前記円周の接線が前記直線と同方向であることを特徴とする、請求25に記載の冷却装置においても、冷却液が前記貫通孔を通過して流れの方向が反転する部分を除くと、冷却液流路の屈曲を殆ど無くすることができるので、冷却装置内流路における圧力損失を低減することもできる。

【0069】請求項28に記載した発明では、請求項1～請求項27のいずれか1項で規定された事項に加え、前記貫通孔が、複数の分割された小孔の列から構成されており、前記小孔の間に存在する架橋部の位置が、前記第1の溝型流路と前記第2の溝型流路の少なくとも一方について、溝型流路の前記貫通孔に対応した位置にある部分の畝の位置に概略一致し、架橋部と畝が結合していることが特徴となっている。この特徴により、前記第2の板状部材の周辺部近傍に設けられた貫通孔の変形が防止できて、冷却装置の機械的強度が向上すると共に、

冷却液が貫通孔を通過する前後における冷却液の分流や合流を無くせるので冷却装置内流路における圧力損失を低減できる。

【0070】更に、畝から架橋部さらに他の板状部材の畝への熱伝導により、被冷却体の発熱部からの熱が拡散しやすくなるので、冷却液との熱交換に有効な流路内壁面積が増加することもある、冷却装置の冷却能力を向上させることができる。

【0071】請求項29に記載した発明では、請求項1～請求項28のいずれか1項で規定された事項に加え、前記第1の溝型流路、前記第2の溝型流路、前記第3の溝型流路、前記第4の溝型流路、前記第5の溝型流路、前記第6の溝型流路の内、対向した面の形成された少なくとも1組の溝型流路において、溝型流路の溝間にある畝の位置が、少なくとも一部分は向かい合った同じ位置にあり、その位置にある畝同士が接合していることが特徴となっている。

【0072】この冷却装置では、該当する部分の冷却液流路の高さが高くできると共に、畝によって支えられているため、冷却器の機械的強度を低下させることなく溝型流路の幅を広くすることができるので、冷却液流路の断面積を大きくでき、冷却装置内の圧力損失を低減できる。

【0073】また、このように、向かい合った位置にある畝同士が接合していることにより、冷却装置の機械的強度が向上するだけでなく、畝から他方の畝に熱が伝導しやすくなるので、溝型流路の存在による板状部材間の熱的結合の低下が抑制されるので、被冷却体の発熱部からの熱が拡散しやすくなり、冷却装置の冷却能力を向上させることができる。

【0074】請求項30に記載した発明では、請求項7または請求項8のいずれか1項で規定された事項に加え、前記分離帯の少なくとも一部分は、前記第1の溝型流路、前記第2の溝型流路、前記第5の溝型流路、前記第6の溝型流路の少なくともいずれかの溝型流路の、少なくとも一部分の畝に接合する位置に設けられていることが特徴となっている。

【0075】この冷却装置では、冷却液流路の断面積を増やして、冷却装置内における圧力損失するために、前記第2の板状部材に開口型流路を設け、隣接する板状部材の同じ位置に溝型流路を設けても、開口型流路に設けられた分離帯によって、隣接する板状部材の溝型流路の畝が支えられているため、開口型流路が存在することによる冷却装置の機械的強度の低下、隣接する板状部材の溝型流路が開口型流路と同じ位置に存在することによる冷却装置の機械的強度の低下を防止できる。

【0076】請求項31に記載した発明では、請求項9で規定された事項に加え、前記分離帯が設けられた前記開口型流路が形成されている前記第2の板状部材が少なくとも2枚以上配置されており、隣接する前記第2の板

状部材の前記分離帯が概略同位置にあり、結合していることを特徴となっている。この冷却装置では、冷却液流路の断面積を増やすために、開口型流路が形成されている前記第2の板状部材を複数枚配置しても、開口型流路が存在することによる冷却装置の機械的強度の低下を防止することができる。

【0077】請求項32に記載した発明では、請求項9で規定された事項に加え、前記貫通孔が複数の分割された小孔の列から構成されている、前記第2の板状部材が少なくとも2枚以上配置されており、隣接する前記第2の板状部材において、前記小孔の間に存在する架橋部の位置が概略一致していることが特徴となっている。

【0078】この冷却装置では、冷却液流路の断面積を増やすために、前記第2の板状部材を複数枚配置した場合においても、冷却液が貫通孔を通過する前後における冷却液の分流や合流を無くせるので冷却装置内流路における圧力損失を低減でき、更に、畝から架橋部、隣接する板状部材の架橋部、さらに他の板状部材の畝への熱伝導により、被冷却体の発熱部からの熱が拡散しやすくなるので、冷却装置の冷却能力を向上させることができる。

【0079】請求項33に記載した発明では、請求項1～請求項32のいずれか1項で規定された事項に加え、前記第1の板状部材と前記第2の板状部材と前記第3の板状部材に形成されている全ての溝型流路の深さが、それらの溝型流路が形成されている板状部材の外周部の厚さの1/2より深いことが特徴となっている。この特徴により、冷却液流路の断面積が増加して冷却装置内の圧力損失が低減できるのみならず、後述のように、全ての板状部材について、外形、溝型流路、開口型流路、開口部、貫通孔が一度の化学エッチングで形成できるようになるため、板状部材の加工コストを大幅に低減できる。

【0080】特に、請求項34に記載した発明ように、請求項1～請求項33のいずれか1項で規定された事項に加え、前記積層体を構成する全ての板状部材の、各々の厚さが概略等しいことを特徴とする冷却装置、あるいは、請求項35に記載したように、請求項1～請求項34のいずれか1項で規定された事項に加え、前記積層体を構成する全ての板状部材が同一の材料で構成されていることを特徴とする、冷却装置においては、全ての板状部材の加工方法、加工条件を同じとすることができるため、板状部材の加工コストを更に低減できる。

【0081】請求項36に記載した発明では、請求項1～請求項35のいずれか1項で規定された事項に加え、前記積層体を構成する板状部材の各々が、金属材料で構成されていることが特徴となっている。この冷却装置では、熱伝導率が高く、機械的強度が比較的高く、安価な金属材料で、板状部材を作製することによって、冷却能力が高く、機械的強度の高い冷却装置が低コストで実現できるようになる。

【0082】更に、請求項1～請求項36のいずれの冷却装置においても、請求項37に記載したように、前記積層体を構成する全ての板状部材の各々について、同じ位置に、前記入口開口部と前記出口開口部が形成されているようにすることが出来る。この特徴によれば、貫通した入口開口部と出口開口部を有する冷却装置が実現でき、これらの冷却装置を複数個積層すると、後述のように、個々の冷却装置を貫通した入口開口部が繋がって冷却液供給用共通流路となり、個々の冷却装置を貫通した出口開口部が繋がって冷却液排出用共通流路となる。従って、複数の冷却装置に冷却液を流すことが可能になり、全体として、より大きな冷却能力を持つ冷却装置が実現できる。

【0083】請求項1～請求項37のいずれの冷却装置においても、上記の板状部材の作製方法としてホトレジストパターンを使った化学エッチング法を採用し得る。即ち、請求項38に記載した発明では、前記積層体を構成する全ての板状部材の各々について、板状部材の外形、前記溝型流路、前記開口型流路、前記入口開口部、前記出口開口部、前記貫通孔の全てが、あるいは少なくともいずれかが、ホトレジストパターンを使った化学エッチング法によって成形される。

【0084】この冷却装置では、板状部材の両面に塗布されたホトレジストを露光・現像することで形成したホトレジストパターンによって、板状部材の外形、前記溝型流路、前記開口型流路、前記入口開口部、前記出口開口部、前記貫通孔の全てを一度の化学エッチングで形成できるようになるため、板状部材の加工コストを大幅に低減できる。

【0085】即ち、エッチングの深さを板状部材の厚さの1/2より深くすると、片面のみホトレジストが無くて板状部材が露出している部分は前記溝型流路になり、両面ともホトレジストが無くて板状部材が露出している部分は板状部材が無くなって表裏が貫通するため、板状部材の外形、開口型流路、入口開口部、出口開口部、貫通孔が形成できる。

【0086】請求項1～請求項38のいずれの冷却装置においても、溝型流路の幅については、請求項39に記載したように、前記積層体を構成する全ての板状部材の各々に形成されている溝型流路の、あるいは、溝型流路が複数の分割された溝から構成されている場合はその分割された個々の溝の、少なくとも一部分については、溝の幅が、溝の深さの2倍以上で3倍以下とすることが出来る。

【0087】この場合、等方的にエッチングが進行する通常の化学エッチングで形成できるほぼ最も幅の狭い溝が実現できる。溝の深さが同じ場合には、溝の幅が狭い程、冷却液との熱交換が効率的に行われるので、特に発熱する被冷却体に近い部分の溝型流路の幅をこのように設計することによって、低コストで冷却能力の高い冷却

装置を得ることができる。また、溝の幅が狭い方が冷却装置の機械的な強度が向上する。

【0088】請求項1～請求項39のいずれの冷却装置においても、開口型流路の幅については、請求項40に記載したように、前記積層体を構成する前記第2の板状部材に形成されている開口型流路の、あるいは、開口型流路が前記分離帯で分割されている場合はその分割された開口型流路の、少なくとも一部分については、流路の幅が、当該板状部材の外周部の厚さの1倍以上で5倍以下とすることが出来る。この設計により、等方的にエッチングが進行する通常の化学エッチングで形成できるほぼ最も幅の狭い開口型流路が実現できる。このように、開口型流路の幅を狭くすることによって、冷却装置の機械的な強度が向上する。発熱する被冷却体に比較的近い部分に開口型流路がある場合は、冷却液との熱交換効率の点でも有利になり、冷却能力の向上に結び付く。

【0089】請求項1～請求項40のいずれの冷却装置においても、板状部材の厚さについては、薄い方が、短ピッチスタックが可能な薄い冷却装置が実現できるが、冷却装置の機械的な強度が低下する。板状部材として、熱伝導率の高い金属材料、具体的には、無酸素銅等の純度の高い銅を使用することが望ましい。これらを板状部材の材料にすることを考えると、請求項41に記載したように、前記積層体を構成する板状部材の全て、あるいは少なくともその一部について、板状部材の外周部の厚さが $200\mu\text{m}$ 以上で $500\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。この設計により、短ピッチスタックと機械的強度の両立が可能になる。

【0090】請求項1～請求項41のいずれの冷却装置においても、板冷却液流路の断面積寸法、即ち、流路断面の高さ（あるいは深さ）と幅のそれぞれの寸法については、請求項42に記載したように、前記積層体を構成する板状部材において、冷却装置内流路として前記溝型流路が形成された前記第1の板状部材と前記第3の板状部材と、冷却装置内流路として前記溝型流路と前記開口型流路と前記貫通孔が形成された前記第2の板状部材の内、少なくとも1つの板状部材の少なくとも1つの前記冷却装置内流路が、マクロチャネルであり、その最も小さい断面積寸法が $100\mu\text{m}$ より大きいことが好ましい。

【0091】この設計により、冷却水との熱交換効率が低い冷却液流路が、板状部材の厚さを考慮すると加工コストの低い化学エッチングで形成できるため、冷却能力の高い冷却装置が低コストで作製できるようになる。

【0092】特に、更に請求項43で規定されているように、前記積層体を構成する全ての板状部材について形成されている全ての前記冷却装置内流路が、マクロチャネルであり、その最も小さい断面積寸法が $100\mu\text{m}$ より大きくすれば、全ての前記冷却装置内流路（溝型流路の分割された溝、分離帯で分割された開口型流路、架

橋部で分割された貫通孔の小孔を含む）が、加工コストの低い化学エッチングで形成できるため、冷却装置の低コスト化に効果大きい。

【0093】ところで、一般に、冷却装置において最も機械的強度が要求される部位は、前記入口開口部と前記出口開口部の周辺部である。即ち、この部位には、冷却液の漏洩が確実に防止するためにオーリング等のシーリング部材を配置して、圧力をかける必要があり、圧力によって冷却装置に変形が生じると冷却液の漏洩が発生するので、十分な機械的強度が必要である。ところが、前記入口開口部と前記出口開口部からは冷却装置内への冷却液の給排水のための流路は不可欠であり、この流路の幅が小さいと圧力損失が増大する。

【0094】そこで、具体的な流路の幅として、請求項44に記載したように、請求項1～請求項43いずれか1項で規定された冷却装置において、前記積層体を構成する板状部材の前記入口開口部あるいは前記出口開口部に接続している溝型流路の前記入口開口部あるいは前記出口開口部に近接した部分の溝の幅が全て、あるいは少なくともその一部について、 $300\mu\text{m}$ 以上 $1000\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。この設計により、入口開口部と出口開口部の周辺部について、十分な機械的強度が実現できる。

【0095】また、前記のシーリング部材を間に配置して、冷却装置を複数個スタックすると、個々の冷却装置を貫通した入口開口部が繋がって冷却液供給用共通流路となり、個々の冷却装置を貫通した出口開口部が繋がって冷却液排出用共通流路となる。その結果、複数の冷却装置に冷却液を流すことが可能になるが、入口開口部の開口面積と出口開口部の開口面積が大きい程、スタック内の冷却液供給用共通流路や冷却液排出用共通流路（以後、合わせて、スタック内共通流路と記す）における冷却液の圧力損失が低減できる。そのため、多数スタックした時にも必要な流量の冷却液が流せるようになり、全体として、より大きな冷却能力を持つ冷却装置が実現できる。

【0096】ところが、入口開口部の開口面積と出口開口部の開口面積を大きくすると、通常は板状部材の面積が大きくなり、所定の寸法の板状素材（シート材料）から取り出せる板状部材の数量が減少して、冷却装置のコストアップを招く。

【0097】そこで、板状部材の流路構成等を工夫することにより、請求項45に記載したように、請求項1～請求項44のいずれに記載された冷却装置においても、前記積層体を構成する各々の板状部材の前記入口開口部の開口面積と、前記出口開口部の開口面積を加えた開口部面積が、前記入口開口部と前記出口開口部が設けられている表面側から見た当該板状部材の外形状である横方向の長さ×縦方向の長さの積として求まる面積の20%以上であるようにすることが可能である。この場合、



低コストで、スタック内共通流路における圧力損失の少ない冷却装置が実現できる。

【0098】また、請求項46に記載したように、請求項1～請求項45いずれに記載された冷却装置においても、前記積層体を構成する板状部材の相互の接合が、板状部材の相互拡散による溶接、銀（Ag）あるいは銀を含む銅材による銅付け接合、鉛（Pb）か錫（Sn）あるいは鉛か錫を含むハンダによる接合のいずれかによって行われることが出来る。

【0099】このような材料選択により、充分な板状部材間の接合強度が得られ、必要な機械的強度を有する冷却装置が作製できる。特に、鉛（Pb）か錫（Sn）あるいは鉛か錫を含むハンダにより接合を行うと、製作コストの低減が可能であり、低コストの冷却装置が実現できる。

【0100】このハンダ接合を行う場合、請求項47に記載したように、前記積層体を構成する板状部材を相互に接合するために、前記板状部材の表面に被覆される鉛か錫あるいは鉛か錫を含むハンダが無電解メッキによって行われるようにすることで、電解メッキの場合に問題となる板状部材の部位による電位差に起因するメッキ厚のばらつきが少なく、安定した板状部材の接合強度が得られる。

【0101】更に、本発明は、請求項48に記載したように、請求項1から請求項47の内、いずれか1項に記載した冷却装置と、前記冷却装置中の前記第1の板状部材の前記溝型流路が形成されている面とは反対側の面上に、前記第1の辺に沿って担持される、複数のレーザダイオードを含むレーザダイオードアレイ、あるいは、前記第3の板状部材の前記溝型流路が形成されている面とは反対側の面上に、前記第1の辺に沿って担持される、複数のレーザダイオードを含むレーザダイオードアレイとよりなることを特徴とする光源装置を提供するものである。

【0102】この光源装置は、パワー出力が高く信頼性の高い光源装置が低コストで実現できる。特に、請求項49に記載したように、同光源装置において、前記冷却装置と前記レーザダイオードアレイの間に、両表面にハンダ層を形成した金属製サブマウントを配置して、前記冷却装置と前記レーザダイオードアレイを電気的かつ熱的に接続させれば、レーザダイオードアレイの冷却装置へのハンダ付けが容易になり、加工コストが低減できると共に、金属製サブマウントは部品コストも低いのので、低コストの光源装置が実現できる。また、熱膨張率の異なる冷却装置に、レーザダイオードアレイを直接ハンダ付けしないことによって、レーザダイオードアレイへのストレスが低減され、信頼性が向上する。

【0103】また更に、本発明は、請求項50に記載したように、請求項48または49に記載した光源装置を、前記光源装置を構成する前記冷却装置の前記レーザ

ダイオードアレイを担持している方の面の、前記レーザダイオードアレイが担持されている部分と前記入口開口部と前記出口開口部が形成されている部分を除いた少なくとも一部分に、前記レーザダイオードアレイの前記冷却装置に電気的に接続している方とは逆側の電極に電気的に接続した金属板あるいは金属層が電気絶縁体を介して前記冷却装置に接合された状態で、冷却液の漏洩防止用のシーリング部材を前記入口開口部と前記出口開口部の周辺部に配置して、複数個積層して作製されたことを特徴とする面発光装置の形態で、光源装置を提供する。

【0104】同光源装置によって、高出力LD励起固体レーザに励起に必要な光パワー出力と光パワー出力密度が共に高く信頼性の高い面発光装置を低コストで実現できる。このように本発明は、高出力LD励起固体レーザに励起に必要な光パワー出力と光パワー出力密度が共に高く信頼性の高い面発光装置を低コストで実現するために必要な、冷却能力に優れ、薄くて、充分な機械的強度があり、冷却液の圧力損失が少なく、低コストの冷却装置を提供する。そして、これらの冷却装置を使用することで所望の特性と信頼性を有する光源装置、面発光装置を低コストで実現でき、前記の問題点が解決する。

【0105】

【作用】以上の課題解決手段を持つ本発明の作用を整理乃至補足すれば、次のようになる。なお、各請求項で規定されている技術事項に関しては、繰り返しの記載を省略する。

【0106】請求項1の発明では、冷却装置の厚さを増やすことなく、冷却液流路の断面積が効果的に増大するようにしており、その結果、冷却装置内の冷却液流路における圧力損失が低減され、所望の冷却能力を得るために必要な冷却液流量が容易に流せるようになる。

【0107】特に、請求項2～4で規定した要件を加えることで、冷却液流路断面積の大きい開口型流路と入口開口部や出口開口部間の冷却液流路断面積が増加する。従って、より効果的に冷却装置内流路における圧力損失を低減することができる。

【0108】また、請求項5、6で規定した要件を加えることで、全ての板状部材に冷却液流入用流路を形成することや、全ての板状部材に冷却液流出用流路を形成することが可能になる。そのため、冷却液流路の断面積を更に増加させて冷却装置内流路における圧力損失を一層低減することができる。

【0109】そして、これらの冷却装置では、第2の板状部材に設けた溝型流路や開口型流路が冷却装置内流路における圧力損失低減に効果的な役割をしている。従って、請求項9、10に記載したように、第2の板状部材を2枚以上配置することによって、冷却装置の厚さを若干増加させるだけで、冷却装置内流路における圧力損失を効果的に低減することもできる。ここで、追加する第2の板状部材を同一形状とすれば、冷却装置の部品の種

類が増えることによるコストアップも最小限に抑えることができる。

【0110】次に、請求項14及び請求項15に記載した各発明について言えば、冷却液流路断面積の増加率は小さくなるものの、冷却装置の機械的強度の低下が防止できる。更に、請求項16、17に記載した各発明では、冷却液流入用流路と冷却液流出用流路の断面積を効果的に増大させることができ、冷却装置への冷却液の流入部あるいは流失部における冷却液流路も断面積も増加させることができるので、冷却装置内流路における圧力損失を低減することが可能になる。

【0111】また、請求項11、請求項12、請求項19～請求項27に記載した各発明では、冷却液流路の屈曲、急拡大、急縮小、あるいは冷却液の分流や合流による冷却装置内の冷却液流路における冷却液の圧力損失を低減している。

【0112】冷却液流路の屈曲、急拡大、急縮小、あるいは冷却液の分流や合流による圧力損失は、冷却液の流量の自乗にほぼ比例して増加するので、高い冷却能力を実現するために冷却液の流量が多い条件で冷却装置を使用する場合には、特に圧力損失の低減効果が大きい。請求項12に記載した発明では、冷却液流路の断面積を増やすことによる圧力損失の低減を併用することによって、更に圧力損失を低減することもできる。

【0113】請求項18、29に記載した各発明では、隣接した板状部材同士が分離帯と畝で支え合うので、機械的強度の低下が少なく、開口型流路全体の幅が広い場合も開口型流路が形成された板状部材及び開口型流路に対向した板状部材の変形が防止できる。即ち、冷却装置の機械的強度の低下を最小限に抑えて、冷却液流路の断面積増大効果の大きい開口型流路を導入することができる。請求項31に記載した発明では、機械的強度を損なわずに、冷却液流路断面積を更に増やして、圧力損失を低減することも可能である。溝型流路の溝間の畝や開口型流路の分離帯は、機械的強度の低下が防げるだけでなく、流路の幅が広げ、冷却装置内の圧力損失を低減する上で有用である。

【0114】また、請求項28に記載した発明では、貫通孔の変形が防止できて機械的強度が向上するだけでなく、貫通孔を冷却液が通過する前後における冷却液の分流や合流による圧力損失が低減できる。請求項32に記載した発明では、貫通孔を冷却液が通過する前後における冷却液の分流や合流による圧力損失を増加させずに、その他の冷却液流路断面積を更に増やして、圧力損失を低減することも可能である。

【0115】このように、隣接する板状部材に対向して形成された、溝型流路の溝間の畝、開口型流路内に設けられた分離帯、貫通孔を小孔の列に分離している架橋部を、畝同士、分離帯同士、架橋部同士も含めて、互いに接合することによって、上記のように機械的強度が確保

できるのみならず、板状部材間の熱的結合が向上し、被冷却体の発熱部からの熱が拡散しやすくなる。これに冷却液との熱交換に有効な流路内壁面積の増大の効果も加わって、冷却装置の冷却能力を向上させることができる。

【0116】次に、請求項13～請求項15、請求項33に記載した各発明では、溝型流路の深さを板状部材の外周部厚さの1/2より深くすることによって、冷却液流路の断面積を増やして、圧力損失を低減することが可能になっている。また、請求項38に記載した発明では、板状部材の外形、溝型流路、開口型流路、貫通孔、入口開口部、出口開口部の全てを、両面からの一度の化学エッチングで同時に形成できるようにして、板状部材の加工コストを大幅に低減している。

【0117】なお、請求項39～請求項45で固定されている寸法や面積比は、この加工方法で実現出来るものであり、且つ、冷却能力、圧力損失、機械的強度の点で望ましい結果が得られるように考慮されている。これらの寸法や面積比を採用することによって、低コストで所望の特性や機械的強度を有する冷却装置が得られる。特に、請求項34、35に記載したように、全ての板状部材の厚さや材料を同じにすることによって、材料コストが低減でき、エッチング条件が同じになるので加工コストも更に低減できる。

【0118】また、同様の考え方により、請求項36に記載したように、全ての板状部材の材料を金属材料にすれば、材料コストが安い上に、熱伝導率が高いので、高い冷却能力が実現できる。板状部材間の接合としては、請求項46に記載した方法で必要な機械的強度を持つ接合が得られるが、特にハンダ付けを採用すると、製作コストが低減が可能で、低コストの冷却装置が実現できる。更に、請求項47に記載したように、ハンダを無電解メッキで板状部材に被覆させると、メッキ厚のばらつきが少なく、安定した板状部材の接合強度が得られるようになる。請求項48に記載した発明では、上記の冷却装置にレーザダイオードアレイを実装することにより、所望の光パワー出力が高く信頼性の高い光源装置が低コストで実現できる。請求項49に記載したように、冷却装置とレーザダイオードアレイの間に、両表面にハンダ層を形成した低コストな金属製サブマウントを配置することによって、レーザダイオードアレイの冷却装置へのハンダ付けが容易になり、加工コストが低減でき、低コストの光源装置が実現できる。

【0119】熱膨張率の異なる冷却装置とレーザダイオードアレイの間にサブマウントを介在させることによって、レーザダイオードアレイへのストレスが低減され、信頼性も向上させることができる。

【0120】また、請求項37に記載したように、全ての板状部材について、同じ位置に、入口開口部と出口開口部を形成することによって、貫通した入口開口部と出

10

20

30

40

50

口開口部を有する冷却装置が実現できる。これらの冷却装置を複数個積層すれば、各開口部が繋がってスタック内共通流路が形成される。この考え方に従って、請求項50に記載した発明では、レーザダイオードアレイを実装した装置が、冷却液の漏洩防止用のシーリング部材を入口開口部と出口開口部の周辺部に配置され、複数個積層されている。この構造により、高出力LED励起固体レーザに励起に必要な光パワー出力と光パワー出力密度が共に高く信頼性の高い面発光装置を低コストで実現できる。

#### 【0121】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。なお、互いに同一あるいは対応し合う関係にある要素乃至部分については、同一の参照符号を使用した。

【0122】【第1実施例】図5～図7は、本発明の第1実施例による冷却装置の要部構成を示す分解平面図であり、各板状部材が描かれている。第1の板状部材29の表面（前記の第1の表面側32）の上に、第2の板状部材30を裏面を下にして配置し、その上に第3の板状部材31を裏面を下にして配置する。そして、その状態で各板状部材を互いに接合させて冷却装置が作製される。

【0123】前記の第1の辺33は、図では左側の辺に対応している。また、各板状部材の平面図において、点線は板状部材の裏面の形成された溝型流路を示している。図5～図7を参照すると、冷却装置は、無酸素銅等のように熱伝導率の高い金属材料で構成されている板状部材29～31を積層して形成されている。各板状部材は通常同一材料で作製されており、板状部材29～31には、それぞれ同じ位置に、冷却液の入口開口部4、及び出口開口部5が形成されている。

【0124】板状部材29～31の外周部の厚さは、典型的には、 $200\mu\text{m}$ ～ $500\mu\text{m}$ であり、通常、各板状部材の外周部の厚さは同じである。第1の板状部材29の前記第一の表面側32には、一端が入口開口部4に接続され、他端が前記第一の辺33の近傍まで延伸された、板状部材の外周部の厚さより浅い、即ち、裏側の貫通していない第1の溝34によって形成された第1の溝型流路35と、第1の溝型流路35に直接には接続していない、板状部材の外周部の厚さより浅い第5の溝36によって形成された第5の溝型流路37とが形成されている。

【0125】第2の板状部材30には、第1の板状部材29の第1の溝型流路35の他端に対応した位置に、冷却水を流すための、架橋部28によって複数の小孔27に分割された貫通孔が配置される。

【0126】また、第1の板状部材29が配置される面には、板状部材の外周部の厚さより浅い第3の溝38によって形成された第3の溝型流路39が形成される。第

3の板状部材31が配置される面には、板状部材の外周部の厚さより浅い第4の溝40によって形成された第4の溝型流路41と、両面間を貫通した開口部によって形成された開口型流路42、43が形成されている。

【0127】開口型流路42は、第3の溝型流路39によって入口開口部4に接続されており、開口型流路43は、第4の溝型流路41によって出口開口部5に接続されている。第1の板状部材29が配置される面側に形成された第3の溝型流路39と、第3の板状部材31が配置される面側に形成された第4の溝型流路41は、直接には接続していない。

【0128】第3の板状部材31の第2の板状部材30が配置される面には、一端が出口開口部5に接続され、他端が板状部材30の複数の小孔27から形成された貫通孔に対応した位置まで延伸された、板状部材の外周部の厚さより浅い第2の溝44から形成された第2の溝型流路45が形成される一方、更に、第2の溝型流路45に直接には接続していない、板状部材の外周部の厚さより浅い第6の溝46によって形成された第6の溝型流路47が形成されている。

【0129】第2の板状部材30に形成された開口型流路42によって、第1の板状部材29に形成された第1の溝型流路35と、第3の板状部材31に形成された第6の溝型流路47が接続されている。また、第2の板状部材30に形成された開口型流路43によって、第3の板状部材31に形成された第2の溝型流路45と、第1の板状部材29に形成された第5の溝型流路47が接続されている。

【0130】第2の板状部材30の第3の溝型流路39は、第1の板状部材29の第1の溝型流路35に対向した位置に形成されており、第2の板状部材30の第4の溝型流路41は、第3の板状部材31の第2の溝型流路45に対向した位置に形成されている。

【0131】そして、第1の溝型流路35、第2の溝型流路45、第3の溝型流路39、第4の溝型流路41、第5の溝型流路37、第6の溝型流路37は複数の分割された溝から形成されており、板状部材29～31を積層した状態では、溝間の畝25が対向する板状部材に接合している。対向した面に形成された、第1の溝型流路35と第3の溝型流路39、第2の溝型流路45と第4の溝型流路41では、畝同士が結合するように溝型流路が形成されている。

【0132】また、第2の板状部材30の貫通孔を構成している小孔27間の架橋部28の位置が、第2の板状部材30に隣接して配置される第1の板状部材29に形成されている第1の溝型流路35の畝25の位置に一致しており、同じく第2の板状部材30に隣接して配置される第3の板状部材31に形成されている第2の溝型流路45の畝25の位置とも一致しており、板状部材29～31を積層した状態では、架橋部28と畝25が接合

している。

【0133】第2の板状部材30に形成された開口型流路42、43には、開口型流路を分離している板状部材の外周部の厚さと厚さが等しい分離帯48が設けられており、開口型流路42に設けられた分離帯48は、少なくともその一端が第3の溝型流路39の溝の底の部分あるいは複数の溝間の畝に接続されることで第2の板状部材30と一体化した状態で保持されている。

【0134】開口型流路43に設けられた分離帯48は、少なくともその一端が第4の溝型流路41の溝の底の部分に接続されることで第2の板状部材30と一体化した状態で保持されている。また、板状部材29～31を積層した時に、開口型流路42に設けられた分離帯48は、第1の溝型流路35の畝25及び第6の溝型流路47の畝25に接合する位置に設けられている。開口型流路43に設けられた分離帯48は、第2の溝型流路45の畝25及び第5の溝型流路37の畝25に接合する位置に設けられている。

【0135】第1の溝型流路35、第2の溝型流路45、第3の溝型流路39、第4の溝型流路41、第5の溝型流路37、第6の溝型流路37の全ての溝型流路の溝の深さは、それぞれの溝型流路が形成されている板状部材の外周部の厚さの1/2より深く形成されている。溝の深さを、このように設計すると、エッチング加工が容易になる。

【0136】即ち、板状部材の元となる無酸素銅等のように熱伝導率の高い金属材料シートの両面にホトレジストを塗布して露光、現像を行うことによってホトレジストパターンを形成し、次いで、金属シート材料の両面から、金属シート材料の厚さよりは浅く、金属シート材料の厚さの1/2よりは深く、化学エッチングを行うことで、金属シートの片面だけにホトレジストが無かった領域については溝型流路の溝となる。一方、金属シートの両面にホトレジストが無かった領域については貫通する加工が行なわれる。その結果、板状部材の外形、開口型流路42、43、入口開口部4、出口開口部5、貫通孔を構成している小孔27が成形される。

【0137】板状部材の外周部等、両面にホトレジストが有った領域の厚さは、エッチングされないで、元の金属シートの厚さと等しい。加工コストを下げるため、通常は、1枚の金属シートに、後で容易に切り離しができるようにブリッジで金属シートにつながった形で、多数の板状部材を同時に化学エッチングで成形する。

【0138】板状部材29～31の外周部の厚さ、即ち前記の金属シートの厚さは、前述のように、典型的には、200 $\mu$ m～500 $\mu$ mであるので、溝型流路の溝の深さは、100 $\mu$ mより深くっており、溝の幅は化学エッチングが等方的に進むことから、溝の深さに2倍以上になる。

【0139】被冷却体からの発熱エネルギーを冷却液と

の熱交換で排出する領域については、冷却液の熱交換効率を良くするため、熱交換に寄与する冷却液流路の内壁面積をできるだけ増やすことが望ましい。従って、溝の幅は狭い方が望ましい。即ち、被冷却体に近い領域の溝型流路の溝の幅は、溝の深さ2の倍以上で3倍以下に設計される。

【0140】入口開口部4や出口開口部5に近接した領域の溝型流路の溝の幅については、それほど狭くする必要はないが、冷却液の漏洩防止用シーリング部材が配置され、圧力のかかる領域なので、1000 $\mu$ m以下に設計される。開口型流路については、分離帯48で分割された流路の幅は、溝型流路の幅と同じ理由で、板状部材の外周部の厚さの1倍以上になり、冷却装置の機械的強度を考慮すると、3倍以下であることが望ましい。貫通孔を構成している小孔27に一辺についても、開口型流路の幅と同様、板状部材の外周部の厚さの1倍以上になる。

【0141】従って、板状部材29～31に形成されている全ての溝型流路の断面積寸法（溝幅及び溝の深さ）、全ての開口型流路の断面積寸法（流路幅及び板状部材の厚さ）、貫通孔を構成している小孔の断面積寸法（小孔の縦方向寸法及び横方向寸法）は、全て100 $\mu$ mより大きく、全ての流路が所謂マイクロチャネルとなっている。

【0142】板状部材29～31は同じ外形の矩形であり、本実施例においては、第1の辺33が11.6mm、第1の辺33の直交した辺の長さが24mmである。入口開口部と出口開口部も同じ外形の矩形であり、本実施例においては、2.8mm×12mmである。入口開口部と出口開口部の開口面積を加えた開口部面積67.2mm<sup>2</sup>は、板状部材の矩形面積278.4mm<sup>2</sup>の24.1%に相当している。

【0143】板状部材29～31は、相互拡散による溶接、AgあるいはAgを含む錫材による錫付け接合、鉛（Pb）か錫（Sn）あるいは鉛（Pb）か錫（Sn）を含むハンダによる接合等によって、相互に接合することができる。本実施例では、加工コストの安いハンダによる接合を行なうため、接合前に無電解メッキ法によって板状部材にハンダを被覆している。

【0144】〔第2実施例〕図8～図10は、本発明の第2実施例による冷却装置の要部構成を示す分解平面図で、各板状部材を表している。この内、第1の板状部材29と第3の板状部材31は、図5に示した板状部材と同じものである。本実施例で使用される第2の板状部材49は、前実施例の板状部材30に比較して、板状部材の水平な中心線に対しての流路の対称性が改善されている。

【0145】本実施例では、第2の板状部材30に形成された第3の溝型流路39に接続した開口型流路42と入口開口部4は、第3の溝型流路39が形成された面と

は逆側の面に形成された第4の溝型流路41によって接続されている。また、第2の板状部材30に形成された第4の溝型流路41に接続した開口型流路43と出口開口部5は、第4の溝型流路41が形成された面とは逆側の面に形成された第3の溝型流路39によって接続されている。

【0146】このように、第3の溝型流路39及び第4の溝型流路41は、互いに直接には接続していない複数の溝型流路から構成することもでき、複数の溝型流路間で一つを冷却液の流入側流路として、他を冷却液の流出側流路として使用することもできる。対向した面に形成された、第5の溝型流路37は、第3の溝型流路39と畝同士が結合するように形成されており、第6の溝型流路47は、第4の溝型流路41と畝同士が結合するように形成されている。

【0147】本実施例の冷却装置では、板状部材の水平な中心線に対しての流路の対称性が改善されているため、入口開口部4から出口開口部5までの圧力損失が分離された各流路間でほぼ同じなり、貫通孔を構成している各小孔27にほぼ同じ流量の冷却液が流れるので、被冷却体を均一に冷却することができる。

【0148】[第3実施例]図11～図13は、本発明の第3実施例による冷却装置の要部構成を示す分解平面図で、各板状部材が描かれている。本実施例では、第1実施例と同様に、第1の板状部材50の表面(前記の第1の表面側32)の上に、第2の板状部材51を裏面を下にして配置し、その上に第3の板状部材52を裏面を下にして配置し、その状態で各板状部材を互いに接合させて冷却装置が作製される。前記の第1の辺33は、図では左側の辺に対応している。また、図5、6と同様に、各板状部材の平面図において、点線は板状部材の裏面の形成された溝型流路を示している。板状部材50～52には、それぞれ同じ位置に、冷却液の入口開口部4、及び出口開口部5が形成されている。

【0149】第1の板状部材50の前記第一の表面側32には、一端が入口開口部4に接続され、他端が前記第一に辺33の近傍まで延伸された、板状部材の外周部の厚さより浅い第1の溝型流路35が形成されている。第1の溝型流路35は、被冷却体が配置される第1の辺33に近接した領域と、入口開口部4に近接した領域にのみ、畝25によって分離されている。被冷却体が配置される第1の辺33に近接した領域に畝を設けたのは、流路内壁面積を増やして冷却液との熱交換効率をさせるため、及び、この領域の機械的強度を向上させて変形による被冷却体と冷却装置の密着度低下を防ぐためである。

【0150】入口開口部に近接した領域に畝を設けたのは、冷却液の漏洩防止用シーリング部材が配置され、漏洩防止のため圧力をかける領域なので、機械的強度を向上させて変形による冷却水の漏洩を防ぐためである。第2の板状部材51には、第1の板状部材50の第1の溝

型流路35の他端に対応した位置に、冷却水を流すための、架橋部28によって複数の小孔27に分割された貫通孔が形成されている。また、第1の板状部材50が配置される面には、板状部材の外周部の厚さより浅い第3の溝型流路39が形成され、第3の板状部材31が配置される面には、板状部材の外周部の厚さより浅い第4の溝型流路41と、両面間を貫通した開口型流路53が形成されている。

【0151】開口型流路53は、第3の溝型流路39によって入口開口部4に接続されている。第1の板状部材50が配置される面側に形成された第3の溝型流路39と、第3の板状部材52が配置される面側に形成された第4の溝型流路41は、直接には接続していない。第3の溝型流路39は入口開口部4に近接した領域にのみ、第4の溝型流路41は出口開口部5に近接した領域にのみ、前述の理由で、畝25によって分離されている。

【0152】第3の板状部材52の第2の板状部材51が配置される面には、一端が出口開口部5に接続され、他端が板状部材51の複数の小孔27から形成された貫通孔に対応した位置まで延伸された、板状部材の外周部の厚さより浅い第2の溝型流路45が形成され、更に、第2の溝型流路45に直接には接続していない、板状部材の外周部の厚さより浅い第6の溝型流路47が形成されている。

【0153】第2の板状部材51に形成された開口型流路53によって、第1の板状部材50に形成された第1の溝型流路35と、第3の板状部材52に形成された第6の溝型流路47が接続されている。前述と同じ理由で、第2の溝型流路45は、被冷却体が配置される第1の辺33に近接した領域と、出口開口部5に近接した領域にのみ、畝25によって分離されており、第6の溝型流路47は入口開口部4に近接した領域にのみ、畝25によって分離されている。

【0154】第2の板状部材51の第3の溝型流路39は、第1の板状部材50の第1の溝型流路35に対向した位置に形成されており、第2の板状部材の第4の溝型流路41は、第3の板状部材52の第2の溝型流路45に対向した位置に形成されている。板状部材50～52を積層した状態では、溝間の畝25が対向する板状部材に接合している。

【0155】対向した面に形成された、第1の溝型流路35と第3の溝型流路39、第2の溝型流路45と第4の溝型流路41では、畝同士が結合するように溝型流路が形成されている。また、第2の板状部材51の貫通孔を構成している小孔27間の架橋部28の位置が、第2の板状部材51に隣接して配置される第1の板状部材50に形成されている第1の溝型流路35の畝25の位置に一致している。

【0156】同じく第2の板状部材51に隣接して配置される第3の板状部材52に形成されている第2の溝型

流路45の畝25の位置とも一致しており、板状部材50~52を積層した状態では、架橋部28と畝25が接合している。

【0157】第2の板状部材に形成された開口型流路53には、開口型流路を分離している板状部材の外周部の厚さと厚さが等しい分離帯48が設けられており、開口型流路53に設けられた分離帯48は、その一端が第3の溝型流路39の溝の底の部分に接続されることで第2の板状部材51と一体化した状態で保持されている。また、板状部材50~52を積層した時に、開口型流路53に設けられた分離帯48は、第1の溝型流路35の畝25及び第6の溝型流路47の畝25に接合する位置に設けられている。

【0158】本実施例では、冷却液流出用流路の距離が短くなり、冷却液流出用流路における冷却液の圧力損失は小さいので、冷却液流入用流路の断面積を極力増やすため、全ての開口型流路は冷却液流入用流路として使用しており、第1の板状部材50には、冷却液流出用流路として使用する第5の溝型流路は設けていない。

【0159】第1の溝型流路35、第2の溝型流路45、第3の溝型流路39、第4の溝型流路41、第5の溝型流路37、第6の溝型流路37の全ての溝型流路の溝の深さは、それぞれの溝型流路が形成されている板状部材の外周部の厚さの1/2より深く形成されている。これにより、板状部材の外形、全ての溝型流路、開口型流路53、入口開口部4、出口開口部5、貫通孔を構成している小孔27を化学エッチングで一度に成形することができるようになっていく。

【0160】板状部材50~52の外周部の厚さ、即ち前記の金属シートの厚さは、前述のように、典型的には、200 $\mu$ m~500 $\mu$ mであるので、溝型流路の溝の深さは、100 $\mu$ mより深くなっている。また、被冷却体に近い領域の溝型流路の溝の幅は、溝の深さ2の倍以上で3倍以下であり、入口開口部4や出口開口部5に近接した領域の溝型流路の溝の幅は、1000 $\mu$ m以下に設計している。

【0161】開口型流路53については、板状部材の外周部の厚さの1倍以上であり、貫通孔を構成している小孔27に一辺についても、開口型流路の幅と同様、板状部材の外周部の厚さの1倍以上になる。従って、板状部材50~52に形成されている全ての溝型流路の断面積寸法（溝幅及び溝の深さ）、全ての開口型流路の断面積寸法（流路幅及び板状部材の厚さ）、貫通孔を構成している小孔の断面積寸法（小孔の縦方向寸法及び横方向寸法）が、全て100 $\mu$ mより大きく、全ての流路が所謂マクロチャネルとなっている。

【0162】板状部材50~52は同じ外形の矩形であり、本実施例においては、第1の辺33が14mm、第1の辺33の直交した辺の長さが25mmである。入口開口部と出口開口部は同じ直径の円である。本実施例に

おいて、その直径は8mmである。入口開口部と出口開口部の開口面積を加えた開口部面積100.5mm<sup>2</sup>は、板状部材の矩形面積350mm<sup>2</sup>の28.7%に相当している。

【0163】本実施例の冷却装置では、板状部材の水平な中心線に対しての流路の対称性が第2実施例以上に改善されていること、並びに、被冷却体が配置される第1の辺33に近接した領域では細かい溝に分離されている溝型流路がその領域に隣接した領域では畝が設けられておらず溝間で圧力差が少なくなることから、貫通孔を構成している各小孔27に同じ流量の冷却液が流れる。

【0164】従って、被冷却体をより均一に冷却することができる。また、入口開口部4と出口開口部5が円形であるため、冷却液の漏洩防止用シーリング部材として、通常のOリングが使えるため、冷却液の漏洩がより確実に防止できる。

【0165】〔第4実施例〕図14~図16は、本発明の第4実施例による冷却装置の要部構成を示す分解平面図で、各板状部材が描かれている。第1の板状部材50は、図7に示した第1の板状部材50と同じものである。本実施例で採用される第2の板状部材54には、前実施例の第2の板状部材51と異なり、開口型流路は形成されていない。また、第3の板状部材55には、前実施例の第3の板状部材52と異なり、第6の溝型流路47が形成されていない。

【0166】本実施例では、第2の板状部材54に、第1の板状部材50が配置される側の表面には入口開口部4に接続した第3の溝型流路39が形成される一方、第3の板状部材55が配置される側の表面には出口開口部5に接続した第4の溝型流路41が形成されている。そして、第3の溝型流路39と第4の溝型流路41は、いずれの溝の深さは板状部材の外周部の厚さの1/2より深い、直接には接続していない。

【0167】第3の溝型流路39の畝25は、対向した面に形成された第1の溝型流路35の畝25と結合するように形成されており、第4の溝型流路41の畝25は、対向した面に形成された第2の溝型流路45の畝25と結合するように形成されている。

【0168】本実施例の冷却装置では、冷却液流入用流路の断面積は、第3実施例より減少するが、第2の板状部材54に開口型流路が形成されていないので、冷却装置の機械的強度が高く、冷却装置の変形による冷却液の漏洩等が発生しにくくすることができる。

【0169】〔第5実施例〕図17~図19は、本発明の第5実施例による冷却装置の要部構成を示す分解平面図で、各板状部材が描かれている。第1実施例と同様に、第1の板状部材56の表面（前記の第1の表面側32）の上に、第2の板状部材57を裏面を下にして配置し、その上に第3の板状部材58が裏面を下にして配置されている。この状態で各板状部材を互いに接合させて

冷却装置が作製される。前記の第1の辺33は、図では左側の辺に対応している。また、図5と同様に、各板状部材の平面図において、点線は板状部材の裏面の形成された溝型流路を示している。

【0170】板状部材56～58には、それぞれ同じ位置に、正方形の入口開口部4及び出口開口部5が形成されている。第1の板状部材56の前記第一の表面側32には、一端が入口開口部4に接続され、他端が前記第一に辺33の近傍まで延伸された、板状部材の外周部の厚さより浅い第1の溝型流路35が形成されている。

【0171】第2の板状部材57には、第1の板状部材56の第1の溝型流路35の他端に対応した位置に、冷却水を流すための、架橋部28によって複数の小孔27に分割された貫通孔が形成されている。第1の板状部材56が配置される面には、板状部材の外周部の厚さより浅い第3の溝型流路39が形成されている。

【0172】第3の板状部材58の第2の板状部材57が配置される面には、一端が出口開口部5に接続され、他端が板状部材57の複数の小孔27から形成された貫通孔に対応した位置まで延伸された、板状部材の外周部の厚さより浅い第2の溝型流路45が形成されている。ここで、第1の溝型流路35、第2の溝型流路45、第3の溝型流路39は、溝の深さを板状部材の外周部の厚さの1/2より深くする設計としている。

【0173】第1の溝型流路35、第2の溝型流路45、第3の溝型流路39は、曲線部分を有しているが、冷却液流路の急拡大、急縮小による冷却液の圧力損失を低減するため、溝型流路の幅が延伸方向に沿って一定である。また、第1の溝型流路35、第2の溝型流路45、第3の溝型流路39は、複数の分割された溝34、38、46から形成されており、溝の幅の合計に溝間の畝25の幅の合計を加えた溝型流路の幅が延伸方向に沿って一定であり、被冷却体が配置される第1の辺33に近接した領域を除くと各溝の幅も延伸方向に沿って一定である。

【0174】板状部材56～58を積層した状態では、溝間の畝25は、対向する板状部材に接合している。被冷却体が配置される第1の辺33に近接した領域で、溝34、38、46を更に畝25で分割して、溝幅を狭くしているのは、流路内壁面積を増やして冷却液との熱交換効率をさせるためである。また、対向した面に形成された、第1の溝型流路35と第3の溝型流路39では、畝同士が結合するように溝型流路が形成されている。

【0175】更に、第2の板状部材57の貫通孔を構成している小孔27間の架橋部28の位置が、第2の板状部材57に隣接して配置される第1の板状部材56に形成されている第1の溝型流路35の畝25の位置に一致し、同様に、第2の板状部材57に隣接して配置される第3の板状部材58に形成されている第2の溝型流路45の畝25の位置とも一致している。板状部材56～5

8を積層した状態で、架橋部28と畝25が接合される。

【0176】第1の溝型流路35、第2の溝型流路45、第3の溝型流路39について、溝34、36、45の幅の合計に溝間の畝25の幅の合計を加えた溝型流路の幅は、被冷却体（図示省略）の発熱部の幅、これらの溝型流路に接続されている入口開口部4及び出口開口部5の辺の長さ、小孔27と架橋部28から構成されている貫通孔の幅のいずれにも等しくなるように設計されている。これらはいずれも、冷却液流路の急拡大、急縮小による冷却液の圧力損失を低減するための設計である。

【0177】また、第1の溝型流路35、第2の溝型流路45、第3の溝型流路39は、曲線部分では、溝が形成された面側から見た溝の縁の形状が同一の中心を持つ円周の集合体になっており、一つの溝型流路には2つの円周の集合体が形成されている。そして、一方の円周の集合体を構成する個々の前記円周と、他方の円周の集合体を構成する個々の前記円周とが、一対一で接続しており、接続点における円周の接線を共有している。

【0178】第1の溝型流路35、第2の溝型流路45、第3の溝型流路39は、溝が形成された面側から見た溝の縁の形状が直線の部分があり、同一面上に形成された前記円周の集合体を構成する個々の前記円周と、一対一で接続しており、接続点における前記円周の接線が前記直線と同方向になっている。これらは、いずれも、冷却液流路の屈曲による冷却液の圧力損失を低減するために採用した構造である。本実施例の冷却装置は、冷却液流路の屈曲、急拡大、急縮小による冷却液の圧力損失を低減することができる。

【0179】[第6実施例] 図20～図22は、本発明の第6実施例による冷却装置の要部構成を示す分解平面図であり、各板状部材が描かれている。本実施例では、第5実施例で述べた冷却液流路に加えて、第5実施例で述べた冷却液流路と同じように冷却液流路の屈曲、急拡大、急縮小を低減した冷却液流路が追加されている。

【0180】即ち、第1実施例と同様に、第1の板状部材59には、第1の溝型流路35に加えて、第5の溝型流路37が形成されており、第2の板状部材60には、第3の溝型流路39に加えて、第4の溝型流路41、開口型流路42、43が形成されている。そして、第3の板状部材61には、第2の溝型流路35に加えて、第6の溝型流路47が形成されている。

【0181】また、第1の溝型流路35、第2の溝型流路35、第3の溝型流路39、第4の溝型流路41、第5の溝型流路37、第6の溝型流路47は、いずれも、溝の深さを板状部材の外周部の厚さの1/2より深くする設計としている。

【0182】本実施例の冷却装置では、第5実施例と同様に、冷却液流路の屈曲、急拡大、急縮小による冷却液の圧力損失を極力低減しながら、第1実施例等と同様

に、冷却液流路の断面積を増やすことによって冷却液の圧力損失を防ぐようにしており、両者の効果を合わせ、より冷却液の圧力損失が少ない冷却装置を実現することができる。

【0183】[第7実施例] 図23～図25は、本発明の第7実施例による冷却装置の要部構成を示す分解平面図で、各板状部材が描かれている。本実施例では、第5実施例で述べた冷却液流路の屈曲、急拡大、急縮小を低減した冷却液流路に対して、第1の板状部材62、第2の板状部材63、第3の板状部材64には、それぞれ同じ位置に、円形の入口開口部4と出口開口部5が形成されている。

【0184】これにより、入口開口部4と出口開口部5が、第5、6実施例のように正方形の場合に比べて、入口開口部4と出口開口部5のレイアウトの自由度が大きく、板状部材で小さくすることができるので、1枚の金属シートから取り出せる板状部材62～64の数が増え、低コストで冷却装置が作製できるようになる。

【0185】また、冷却液流路の長さも短く出来るので、冷却液流路における冷却水の圧力損失が低減できる。更に、冷却液の漏洩防止用シーリング部材として、通常のOリングが使えらるため、冷却液の漏洩がより確実に防止できる。

【0186】[第8実施例] 図26～図29は、本発明の第8実施例による冷却装置の要部構成を示す分解平面図で、各板状部材が描かれている。本実施例では、第1の板状部材29の表面（前記の第1の表面側32）の上に、第2の板状部材30を裏面を下にして配置し、その上にもう1枚の第2の板状部材30を裏面を下にして配置し、更に、その上に第3の板状部材31を裏面を下にして配置し、その状態で各板状部材を互いに接合させて冷却装置が作製される。

【0187】第1の板状部材29は図5の第1の板状部材29と同じ構造を有しており、2枚の第2の板状部材30は同一形状を持ち、図6の第2の板状部材30と同じ構造をしている。また、第3の板状部材31は図7の第3の板状部材31と同じ構造を有している。

【0188】第2の板状部材30には、分離帯48が設けられた開口型流路42、43が形成されている。隣接して配置される2枚の第2の板状部材30の分離帯48は、同じ位置にあり、板状部材を積層した冷却装置において、互いに接合して、開口型流路42、43の存在によって冷却装置が変形するのを防止するようになっている。

【0189】また、第2の板状部材30に設けられている貫通孔は、小孔27と架橋部28から構成されており、隣接して配置される2枚の第2の板状部材30の架橋部28は、同じ位置にあり、板状部材を積層した冷却装置において、互いに接合して、被発熱体からの熱エネルギーを熱伝導により拡散しやすくして、冷却装置の冷

却能力を向上させている。

【0190】本実施例では、板状部材を1枚追加することで冷却装置の厚さが厚くなるが、第2の板状部材30に設けられた冷却液流路によって、冷却液流路断面積が更に増えるので、一段の冷却液の圧力損失を低減することができる。

【0191】また、本実施例では、第2実施例を例にとり、第2の板状部材を複数枚使用することを述べたが、全く同様に、第6実施例において、第2の板状部材60を複数枚使用でき、同様の効果がある。

【0192】[第9実施例] 図30～図33は、本発明の第9実施例による冷却装置の要部構成を示す分解平面図で、各板状部材が描かれている。本実施例では、第1の板状部材50の表面（前記の第1の表面側32）の上に、第2の板状部材51を裏面を下にして配置し、その上にもう1枚の第2の板状部材65を裏面を下にして配置し、更に、その上に第3の板状部材52を裏面を下にして配置し、その状態で各板状部材を互いに接合させて冷却装置が作製される。

【0193】第1の板状部材50は、図11の第1の板状部材50と同じ構造を有しており、第2の板状部材51は、図12の第2の板状部材51と同じ構造を有している。また、もう1枚の第2の板状部材65は、第2の板状部材51と概略同一形状をしているが、開口型流路66が追加されており、第3の板状部材52は図13の第3の板状部材52と同じ構造を有している。本実施例では、第3実施例の冷却装置と同様、概略同一形状の複数の第2の板状部材を使用し、冷却液の圧力損失を低減することができる。

【0194】[第10実施例] 次に、本発明の第10実施例による光源装置68の構造を図34、図35を参照して説明する。図34、図35において、冷却装置67は、前述の板状部材29～31を積層した積層体から構成されている。この冷却装置67を形成した後に、前記積層体の最上層を構成する板状部材31上に、その前表面11に沿って、レーザダイオードアレイ2が、レーザダイオードアレイ2を構成する半導体基板とエピタキシャル層の内、エピタキシャル層側に形成された電極を下側にして、鉛・錫(Pb-Sn)合金等のハンダを用いたハンダ付けで固定されている。

【0195】板状部材29～31の接合を板状部材の表面に被覆されたハンダを利用して実行すると、板状部材31の上面にもハンダが被覆されているので、レーザダイオードアレイ2は、冷却装置67に直接ハンダ付けすることもできる。しかし、本実施例では、レーザダイオードアレイ2と冷却装置67の間に、両表面にハンダ層を形成した無酸素銅のような熱伝導係数の高い金属製サブマウント69を配置して、冷却装置67とレーザダイオードアレイ2を電氣的かつ熱的に接続させている。

【0196】こうすると、冷却装置67へのレーザダイ



オードアレイ 2 のハンダ付けが容易になり、加工コストが低減できると共に、冷却装置 67 とレーザダイオードアレイ 2 間の熱膨張率の差によるレーザダイオードアレイ 2 へのストレスが低減できる。

【0197】板状部材 31 の上には、図 35 に示したように、更に、絶縁板 70 を介して、金属板 71 が固定される。レーザダイオードアレイ 2 の半導体基板側に形成された電極と金属板の間は、配線用の金属フィルムや金属線によって電氣的に接続されているが、図 35 では、これらの配線用の金属フィルムあるいは金属線は省略している。

【0198】部品点数が減るので、金属板 71 の長さを手前方向に長くして、レーザダイオードアレイ 2 の半導体基板側に形成された電極と金属板 71 を直接接続して良い。絶縁板 70 と金属板 71 には、冷却装置 67 の入口開口部 4 と出口開口部 5 に対応した位置に、入口開口部 4 と出口開口部 5 より大きい開口部が形成されており、この開口部に入口開口部 4 と出口開口部 5 が形成された冷却液の漏洩防止用のシーリング部材 72 が配置されている。

【0199】このような構成において、冷却装置の下的一面（板状部材 29 の外側の表面）と、金属板 71 の間に電流を流すとレーザダイオードアレイで電流が流れ、入口開口部 4 と出口開口部 5 を通じて冷却液の供給と排出を行うと、冷却装置 67 は優れた冷却能力を発揮する。このようにして、所望のレーザ光を生成する光源装置 68 を得ることができる。

【0200】この光源装置 67 を図 1 で示したように、複数個積層すると、各レーザダイオードアレイ 2 は電氣的にシリーズに接続され、冷却液は入口開口部 4 と出口開口部 5 を通じて、各冷却装置 67 にパラレルに供給と排出が行われるので面発光光源が実現できる。

【0201】本発明の冷却装置 67 は、厚さが薄いにも関わらず、充分な機械的強度を有し、冷却装置 67 内の圧力損失が小さく、かつ入口開口部 4 と出口開口部 5 の面積が大きいので、多数積層しても、入口開口部 4 がつながって形成される冷却液供給用流路や出口開口部 5 がつながって形成される冷却液排出用流路における冷却液の圧力損失も少ない。そして、これらの登頂に加え、必要とする流量の冷却液を流すことができることも相俟って、優れた冷却能力を発揮することができる。また、冷却装置 67 は、前述のように、低コストで作製できる。従って、信頼性が高く、高い光パワー出力密度を持つ大面積の面発光光源が低コストで得られる。

【0202】本実施例では、第 1 実施例の板状部材 29 ～ 31 を用いた冷却装置で説明したが、第 2 実施例の板状部材 29、49、31 を用いた冷却装置、第 3 実施例の板状部材 50 ～ 52 を用いた冷却装置、第 4 実施例の板状部材 50、54、55 を用いた冷却装置、第 5 実施例の板状部材 56 ～ 58 を用いた冷却装置、第 6 実施例

の板状部材 59 ～ 61 を用いた冷却装置、第 7 実施例の板状部材 62 ～ 64 を用いた冷却装置を採用しても良い。また、第 8 実施例のように 4 枚の板状部材 29 ～ 31 を用いた冷却装置、第 9 実施例の 4 枚の板状部材 50 ～ 52、65 を用いた冷却装置を用いても良い。以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はその要旨内において様々な変形・変更が可能である。

#### 【0203】

【発明の効果】本発明による作用効果を再度まとめれば、次のようになる。先ず、請求項 1 ～ 請求項 10 に記載の発明の特徴によれば、冷却装置の厚さを増やすことなく、冷却装置内の冷却液流路断面積を増やして、冷却装置内の冷却液流路における冷却液の圧力損失が少なく、必要とする冷却液流量を流して高い冷却能力を実現できる冷却装置、並びに、同冷却装置を備えた光源装置が提供される。

【0204】特に、請求項 1 の特徴によれば、第 2 の板状部材について、第 2 の板状部材の両面を貫通した開口型流路と、第 2 の板状部材の両面に溝型流路を形成しているので、冷却装置の厚さを増やすことなく、冷却液流路の流路断面積が効果的に増加させており、冷却装置内の冷却液流路における冷却液の圧力損失が大幅に低減できる。

【0205】従って、決められた圧力の冷却液において必要とする冷却液流量が流れる高い冷却能力の冷却装置が得られる。また、冷却装置の厚さが厚くならないので、かかる冷却装置を備えた光源装置は短ピッチで積層可能なため、高い光パワー出力密度を持つ面発光装置が得られる。

【0206】そして、冷却液の圧力が低くできると、冷却装置に冷却液を循環させる装置のポンプ負荷が軽くなり安価な冷却液循環装置が使用できる。即ち、配管の耐圧性に対する要求が下がり安価で扱いやすい配管系が使用でき、冷却液の漏洩も起こり難くなり、冷却系全体の信頼性が向上するという利点がある。

【0207】更に、請求項 2 ～ 請求項 4 に記載の発明の特徴によれば、請求項 1 記載の冷却装置において、前記第 2 の板状部材に形成された開口型流路を、入口開口部や出口開口部と、前記第 2 の板状部材の表面に形成された溝型流路で接続することにより、開口型流路と入口開口部、出口開口部の間の流路断面積が増加して、流路断面積の大きい開口型流路のメリットが充分発揮されるようになり、更に冷却装置内の圧力損失が低減される。

【0208】請求項 3 記載のように、接続すべき開口型流路が無い溝型流路が存在する場合も、その溝型流路は入口開口部あるいは出口開口部に接続している方が、漏洩防止用のシーリング部材が配置され圧力がかかるための溝の幅をある程度狭くする必要があり、圧力損失を発生しやすい入口開口部あるいは出口開口部の近傍の冷却液流路の断面積を増やすことになるので、圧力損失の少

ない冷却装置が得られる。

【0209】請求項5、6記載の本発明の特徴によれば、前記第3の板状部材に形成された前記第6の溝型流路も前記第1の板状部材に形成された前記第1の溝型流路と同じ機能を果たす冷却液流路として利用でき、前記第1の板状部材に形成された前記第5の溝型流路を前記第3の板状部材に形成された前記第2の溝型流路と同じ機能を果たす冷却液流路として利用できるようになる。そのため、冷却液流路断面が更に増加し、冷却装置内の冷却液流路における冷却液の圧力損失が一層低減できる。

【0210】請求項7、8記載の発明の特徴によれば、請求項1～6記載の冷却装置において、前記第2板状部材に形成された前記開口型流路の少なくとも一部分には、前記開口型流路を二つ以上の開口型流路を分離する前記第2板状部材の外周部の厚さと概略同じ厚さの分離帯が形成されていることにより、冷却装置の外側から内側に開口型流路がある部分に圧力をかけた時に、開口型流路の存在によって、外側の板状部材が凹んで、冷却装置が変形するのを防止することができる。

【0211】特に、前記分離帯を、少なくとも分離帯の一端が、前記第3の溝型流路あるいは前記第4の溝型流路の、溝の底の部分に接続して形成することにより、前記分離帯が前記第2板状部材に一体化した状態で保持できるようになると共に、前記開口型流路が前記第3の溝型流路あるいは前記第4の溝型流路に接続した状態になるので、前述のように、流路断面の大きい開口型流路を効果的に活用でき、冷却装置内の冷却液の圧力損失が低減できる。

【0212】請求項9、請求項10記載の発明の特徴によれば、請求項1～請求項8記載の冷却装置において、前記第1の板状部材と、前記第3の板状部材の間に、前記第2の板状部材を2枚以上配置することにより、冷却装置は少し厚くなるが、冷却液流路の断面が大幅に増加するので、冷却装置内の冷却液の圧力損失が一段と低減できる。また、複数枚配置する前記第2の板状部材は概略同一形状とすることができるので、部品点数の増加によるコストアップは最小限に抑えることができる。

【0213】請求項11、12に記載の発明の特徴によれば、冷却液の圧力損失を招く冷却液流路の急拡大や急縮小を防ぐことができるので、冷却装置内の冷却液流路における冷却液の圧力損失を低減することができる。

【0214】特に、前記第2の板状部材の、前記第1の板状部材が配置された面に、前記第2の板状部材の外周部の厚さより浅い第3の溝によって形成された第3の溝型流路や、前記第2の板状部材の、前記第3の板状部材が配置された面に、前記第2の板状部材の外周部の厚さより浅い第4の溝を形成することによって、上記の特徴を生かしつつ、冷却液流路の断面が増加するので、更に冷却装置内の冷却液流路における冷却液の圧力損失を

低減することができる。

【0215】請求項13、14記載の発明の特徴によれば、冷却液流路の断面を増加させて、冷却装置内の冷却液流路における冷却液の圧力損失を低減することができる。

【0216】特に、前記第2の板状部材の両面に形成する前記第3の溝型流路と前記第4の溝型流路においても、両面で形成する位置をずらすことによって、前記第3の溝型流路と前記第4の溝型流路を互いに直接には接続させることなく、前記第3の溝型流路と前記第4の溝型流路の両方の溝型流路の深さを、それらの溝型流路が形成されている板状部材の外周部の厚さの1/2より深くすることができ、前記第2の板状部材に形成された溝型流路による冷却液流路断面の増加率が大きくなる。

【0217】また、この場合、前記第2の板状部材については、全ての溝型流路の深さが板状部材の外周部の厚さの1/2より深くなるので、前述のように、通常の化学エッチングで成形できるようになるので、製作コストが大幅に低減できる。

【0218】請求項15記載の発明の特徴によれば、冷却装置の機械的強度を低下させる懸念のある開口型流路を必ずしも前記第2の板状部材に形成しなくても、冷却装置内の冷却液流入用流路と冷却液流出用流路の両方の流路断面をある程度大きくして、冷却装置内の冷却液流路における冷却液の圧力損失を低減することができる。

【0219】また、この場合も、前記第2の板状部材については、全ての溝型流路の深さが板状部材の外周部の厚さの1/2より深くなるので、前述のように、通常の化学エッチングで成形できるようになるので、製作コストが大幅に低減できる。

【0220】請求項16、17に記載の発明の特徴によれば、請求項12または請求項15記載の冷却装置において、前記第3の溝型流路の少なくとも一部分を前記第1の溝型流路に対向した位置の少なくとも一部分に形成したり、前記第4の溝型流路の少なくとも一部分を前記第2の溝型流路に対向した位置の少なくとも一部分に形成することにより、冷却液流入用流路として機能する前記第3の溝型流路が第1の溝型流路と同じ位置に形成され、冷却液流出用流路として機能する前記第4の溝型流路が第2の溝型流路と同じ位置に形成される。

【0221】従って、第2の板状部材の表面の内、冷却液流路として使用できる領域の割合が多くなるので、冷却液流路の断面を増加させて、冷却装置内の冷却液流路における冷却液の圧力損失を低減することができる。特に、前記第3の溝型流路を前記入口開口部に接続して形成したり、前記第4の溝型流路を前記出口開口部に接続して形成すると、漏洩防止用のシーリング部材が配置され圧力がかかるための溝の幅をある程度狭くする必要があり、圧力損失を発生しやすい入口開口部あるいは出

口開口部の近傍の冷却液流路の断面積を増やすことになるので、圧力損失の少ない冷却装置が得られる。

【0222】請求項18に記載の発明の特徴によれば、冷却装置の外側から内側に溝型流路がある部分に圧力をかけた時に、溝型流路の存在によって、外側の板状部材が凹んで、冷却装置が変形するのを防止することができる。ここで、漏洩防止用のシーリング部材が配置され、圧力がかかる前記入口開口部や前記出口開口部の周辺や、特に平面度が要求される被冷却体である前記レーザダイオードアレイがハンダ付けされる位置付近に適用10するものが効果的である。

【0223】冷却装置の変形による冷却液の漏洩、レーザダイオードアレイの冷却装置へのハンダ付け不良による特性や信頼性あるいは歩留の低減が防止でき、信頼性の高い冷却装置が得られ、かかる冷却装置を備えた特性と信頼性の高い光源装置が歩留良く作製できるようになる。

【0224】また、畝を通じて、被冷却体で発生した熱エネルギーが板状部材間で熱伝導しやすくなるので、被冷却体で発生した熱エネルギーが広く拡散して冷却液との熱交換効率が向上するため、冷却装置の冷却能力を向上する。この効果は、前記レーザダイオードアレイがハンダ付けされる位置付近で、特に顕著である。20

【0225】請求項19～請求項27に記載の発明の特徴によれば、請求項1または請求項12記載の冷却装置において、前記第1の溝型流路、前記第2の溝型流路、前記第3の溝型流路、前記第4の溝型流路の内、少なくとも一つ以上の溝型流路は、複数の分割された溝で形成し、溝間の畝は対向する板状部材に接合させ、分割されたそれぞれの溝の幅が、前記溝型流路の延伸方向に沿って、概略一定とすることが出来る。30

【0226】そのため、請求項18と同様の効果が得られると共に、冷却液の圧力損失を招く冷却液流路の急拡大や急縮小、屈曲を防ぐことができるので、冷却装置内の冷却液流路における冷却液の圧力損失を低減することができる。

【0227】特に、前記分割された溝の幅の合計に、前記分割された溝間に設けられた畝の幅の合計を加えた溝型流路の幅が、前記溝型流路の延伸方向に沿って、概略一定であり、被冷却体の発熱部の幅と前記貫通孔の幅に概略等しく、前記入口開口部と前記出口開口部の形状が矩形あるいは正方形の場合はその一辺に等しく、前記入口開口部と前記出口開口部の形状が円形の場合はその直径に等しくすることによって、冷却液流路の急拡大や急縮小を減らすことができるので、冷却装置内の冷却液流路における冷却液の圧力損失を低減することができる。

【0228】また、前記第1の溝型流路、前記第2の溝型流路、前記第3の溝型流路、前記第4の溝型流路の内、少なくとも一つ以上の溝型流路においては、次のことが言える。即ち、複数の分割された溝から構成し、溝50

が形成された面側から見た前記溝の縁の形状が、少なくとも一部は、ほぼ同一中心を持つ円周の集合体であるように形成され、一つの板状部材に、前記円周の集合体が複数存在して互いに接続している場合は、一方の円周の集合体を構成する個々の前記円周と、他方の円周の集合体を構成する個々の前記円周とが、一対一で接続しており、接続点における円周の接線を共有するように形成されていること、並びに、直線状の溝型流路と前記円周の集合体の形状を持つ溝型流路が接続している場合は、同一面上に形成された前記円周の集合体を構成する個々の前記円周と、直線が一対一で接続しており、接続点における前記円周の接線が前記直線と同方向であるように形成されていることにより、冷却液流路の屈曲を減らすことができる。その結果、冷却装置内の冷却液流路における冷却液の圧力損失を更に低減することができる。

【0229】請求項28に記載の発明の特徴によれば、被冷却体で発生した熱エネルギーが、畝と架橋部を伝導して拡散されるので、冷却装置の冷却能力が向上する。また、貫通孔とその近傍の冷却液流路について、急拡大や急縮小がないので冷却液の圧力損失も少なくなる。更に、貫通孔が存在している付近について冷却装置の機械的強度が向上して、冷却装置の平面度が良くなる。その結果、レーザダイオードアレイの冷却装置へのハンダ付け不良による特性や信頼性あるいは歩留の低減が防止できる。

【0230】請求項29に記載の発明の特徴によれば、冷却液流路の断面積を増やすために、対向した面の同じ位置に溝型流路を形成しても、畝同士が支え合うので、冷却装置の機械的強度が低下しない。また、畝同士が結合している対向した溝型流路がレーザダイオードアレイをハンダ付けする近傍にある場合は、被冷却体で発生した熱エネルギーが、畝から畝を通じて伝達されるので、冷却装置の冷却能力が向上に寄与する。

【0231】請求項30記載の発明の特徴によれば、冷却装置の外側から内側に開口型流路がある部分に圧力をかけた時に、開口型流路と溝型流路が同じ位置にあっても、外側の板状部材が凹んで、冷却装置が変形するのを防止することができる。

【0232】請求項31に記載の発明の特徴によれば、前記第2の板状部材を追加して、冷却液流路の断面積を増加させても、開口型流路の存在によって、冷却装置の機械的強度は低下しない。

【0233】請求項32に記載の発明の特徴によれば、前記第2の板状部材を追加して、冷却液流路の断面積を増加させても、被冷却体で発生した熱エネルギーが、架橋部を伝導して拡散される。従って、冷却装置の冷却能力が向上する。また、貫通孔とその近傍の冷却液流路について、急拡大や急縮小がないので冷却液の圧力損失も少ない。更に、貫通孔が存在している付近について冷却装置の機械的強度が低下しないので、レーザダイオード

アレイの冷却装置へのハンダ付け不良による特性や信頼性あるいは歩留の低減が防止できる。

【0234】請求項33に記載の発明の特徴によれば、エッチング技術の適用が容易であり、従って製作コストが大幅に低減できる。請求項34～請求項36に記載の発明の特徴によれば、部材費が低減できると共に、各板状部材のエッチング条件が同じになるので製作コストも低減できる。また、異種材料を用いた時に電池効果で発生する電位差に起因する冷却液による板状部材の侵食が生じ難いので、冷却装置の信頼性も向上する。更に、熱伝導の良い金属材料を使用することによって、被冷却体で発生した熱エネルギーが拡散されやすいので、冷却装置の冷却能力も高くなる。

【0235】請求項37に記載の発明の特徴によれば、冷却装置を、漏洩防止用のシーリング部材を間に配置して積層した時に、前記入口開口部がつながって冷却液供給用流路が形成され、前記出口開口部がつながって冷却液排出用流路が形成されるので、各冷却装置に冷却液を供給し排出させることができるようになる。その結果、冷却装置を積層して使用することが可能になる。

【0236】請求項38～請求項43に記載の発明の特徴によれば、請求項1～請求項37に記載の冷却装置において、全ての板状部材について、板状部材の外形、前記溝型流路、前記開口型流路、前記入口開口部、前記出口開口部、前記貫通孔の全てをホトレジストパターンを使った化学エッチング法の適用が可能である。従って、低コストで冷却装置が作製できるようになる。

【0237】特に、前述のように、1枚の金属シートに、後で容易に切り離しができるようにブリッジで金属シートにつながった形で、多数の板状部材を同時に化学エッチングで成形すると製作コストが大幅に低減できる。

【0238】更に、少なくとも被冷却体がハンダ付けされる位置に近い領域の溝の幅について、溝の深さの2倍以上で3倍以下とすることによって、化学エッチングで成形可能な範囲でありながら、熱交換に寄与する冷却液流路の内壁面積が増加して、冷却装置の冷却能力を向上する。

【0239】開口型流路の幅については、板状部材の外周部の厚さの1倍以上で5倍以下とすることによって、化学エッチングで成形可能な範囲でありながら、冷却装置の機械的強度を低減させることが殆ど無くなる。

【0240】また、板状部材の外周部の厚さが200 $\mu$ m以上で500 $\mu$ m以下とすれば、短ピッチで積層できる厚さの薄い冷却装置でありながら、必要な機械的強度を兼ね備えることができる。このケースで、溝型流路の深さを板状部材の外周部の厚さの1/2以上の深さに化学エッチングで形成すると、冷却装置内の冷却液流路の最も小さい断面積寸法が100 $\mu$ mより大きいマクロチャネルになる。言い換えれば、マクロチャネルの冷却

装置とすることによって、全ての板状部材が化学エッチングで成形できるようになり、冷却装置の大幅な低コスト化が可能になる。

【0241】請求項44に記載の発明の特徴によれば、請求項1～43記載の冷却装置において、前記入口開口部や前記出口開口部に接続している溝型流路の前記入口開口部あるいは前記出口開口部に近接した部分の溝の幅を、300 $\mu$ m以上1000 $\mu$ m以下に形成することで、この部分の冷却液流路断面積を確保しながら、漏洩防止用のシーリング部材が配置され圧力がかかっても、冷却装置が変形しない充分な機械的強度が得られる。

【0242】請求項45に記載の発明の特徴によれば、高光パワー出力密度で大面積の面発光装置を実現するために却装置を多数積層することと、前記入口開口部がつながって形成される冷却液供給用流路や前記出口開口部がつながって形成される冷却液排出用流路における冷却液の圧力損失を少なくし、各冷却装置に必要な流量の冷却液を流すことができるように、前記入口開口部と前記出口開口部の面積を大きくすることが、板状部材の面積を余り大きくすることなく両立出来る。これは、1枚の金属シートから取り出せる板状部材の数を余り減らす必要のないことを意味し、従って、冷却装置のコスト上昇が最小限に抑えられる。

【0243】請求項46、請求項47に記載の発明の特徴によれば、冷却液の漏洩の無い信頼性の高い冷却装置が得られる。特に、ハンダによる接合は余り高温に加熱する必要も無いので加工コストを安くできる。また、前記板状部材の表面に被覆されるPbかSnあるいはPbかSnを含むハンダを、無電解メッキによって行うことにより、大きな金属シートにメッキする場合には電位差によるメッキ厚の不均一性が問題になる電解メッキと異なり、比較的均一な厚さにメッキできるので、板状部材の接合強度が安定して信頼性の高い冷却装置が得られる。

【0244】請求項48、請求項49記載の発明の特徴によれば、請求項1～請求項47に記載の冷却装置上に、複数のレーザダイオードを含むレーザダイオードアレイを設けることにより、激しい発熱が生じてレーザダイオードアレイの温度上昇が少なく、高い光パワー出力で動作させても特性劣化の少ない信頼性の高い光源装置が安価に得られる。

【0245】特に、冷却装置と前記レーザダイオードアレイの間に、両表面にハンダ層を形成した金属製サブマウントを配置することにより、冷却装置へのレーザダイオードアレイのハンダ付けが容易になり加工コストが低減できると共に、冷却装置とレーザダイオードアレイ間の熱膨張率の差によるレーザダイオードアレイへのストレスが低減でき、信頼性の高い冷却装置が得られる。

【0246】そして、請求項50に記載の発明の特徴によれば、高い光パワー出力密度を示す信頼性の高い面発光装置が安価に得られ、冷却液供給用流路や冷却液排出

用流路における冷却液の圧力損失も小さいので、多数の光源装置を積層することにより、大面積で光パワー出力の高い面発光装置の提供も簡単に実現出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】複数のＬＤバーからなる面発光装置の構成を示す分解図である。

【図2】図1に示された装置中で使用されているＬＤバーの1個を冷却する従来の冷却装置の構成を示す分解図である。

【図3】1個のＬＤバーを冷却するための図2とは別の従来の冷却装置の構成を示す分解図である。

【図4】1個のＬＤバーを冷却するための図2、図3とは別の従来の冷却装置の構成を示す分解図である。

【図5】本発明の第1実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の1つである。

【図6】本発明の第1実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の別の1つである。

【図7】本発明の第1実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の更に別の1つである。

【図8】本発明の第2実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の1つである。

【図9】本発明の第2実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の別の1つである。

【図10】本発明の第2実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の更に別の1つである。

【図11】本発明の第3実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の1つである。

【図12】本発明の第3実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の別の1つである。

【図13】本発明の第3実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の更に別の1つである。

【図14】本発明の第4実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の1つである。

【図15】本発明の第4実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の別の1つである。

【図16】本発明の第4実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の更に別の1つである。

【図17】本発明の第5実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の1つである。

【図18】本発明の第5実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の別の1つである。

【図19】本発明の第5実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の更に別の1つである。

【図20】本発明の第6実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の1つである。

【図21】本発明の第6実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の別の1つである。

【図22】本発明の第6実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の更に別の1つである。

【図23】本発明の第7実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の1つである。

【図24】本発明の第7実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の別の1つである。

【図25】本発明の第7実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の更に別の1つである。

【図26】本発明の第8実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の1つである。

【図27】本発明の第8実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の別の1つである。

【図28】本発明の第8実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の更に別の1つである。

【図29】本発明の第8実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の更に別の1つである。

【図30】本発明の第9実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の1つである。

【図31】本発明の第9実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の別の1つである。

【図32】本発明の第9実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の更に別の1つである。

【図33】本発明の第9実施例による冷却装置の要部構成を示す分解図の更に別の1つである。

【図34】本発明の第10実施例による冷却装置の要部構成を示す斜視図である。

【図35】図34に示した構成に、絶縁板を介して金属板を固定した状態を示した斜視図である。

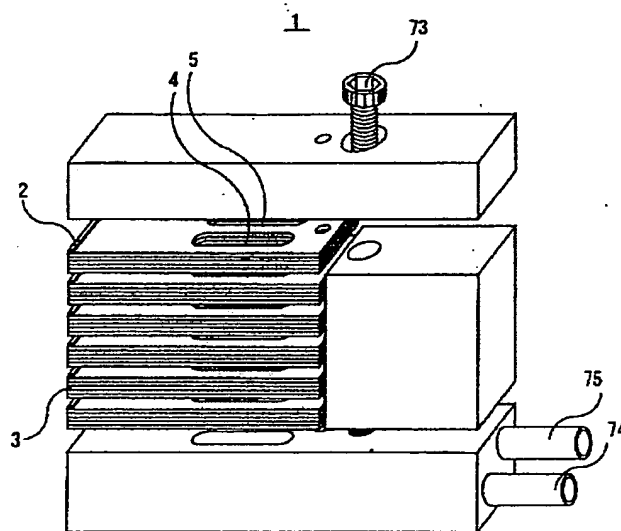
【符号の説明】

- 1 面発光装置
- 2 レーザダイオードアレイ、ＬＤバー
- 3、15、20、67 冷却装置
- 4 入口開口部
- 5 出口開口部
- 6～10、17～19 薄層板
- 11 冷却装置前端面
- 12、16、24 冷却液流路
- 13 スリット
- 14 マイクロチャネル
- 21～23 板状部材
- 25 畝
- 26 溝
- 27 小孔
- 28 架橋部
- 29、50、56、59、62 第1の板状部
- 30、49、51、54、57、60、63、65 第2の板状部材
- 31、52、55、58、61、64 第3の板状部材
- 32 第1の表面側
- 33 第1の辺
- 34 第1の溝
- 35 第1の溝型流路
- 36 第5の溝

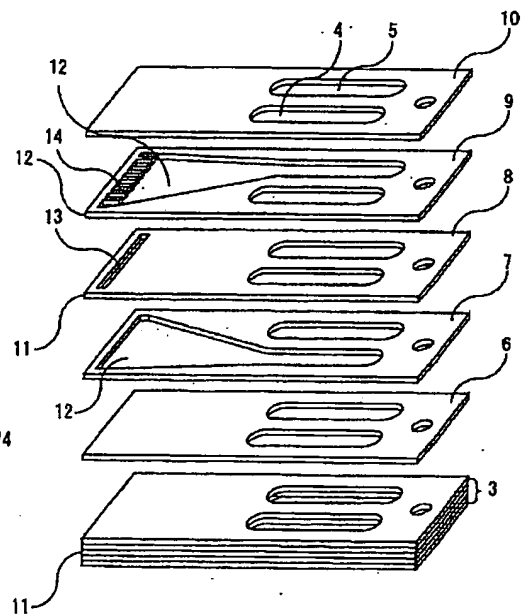
- 37 第5の溝型流路
- 38 第3の溝
- 39 第3の溝型流路
- 40 第4の溝
- 41 第4の溝型流路
- 42、43、53、66 開口型流路
- 44 第2の溝
- 45 第2の溝型流路
- 46 第6の溝
- 47 第6の溝型流路
- 48 分離帯

- 68 光源装置
- 69 両表面にハンダ層が形成された金属製サブマウント
- 70 絶縁板
- 71 金属板
- 72 冷却液の漏洩防止用のシーリング部材
- 73 締付けネジ
- 74 冷却液導入用配管
- 75 冷却液排出用配管
- 10 76 駆動装置

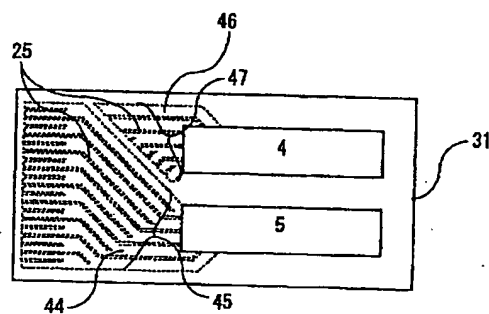
【図1】



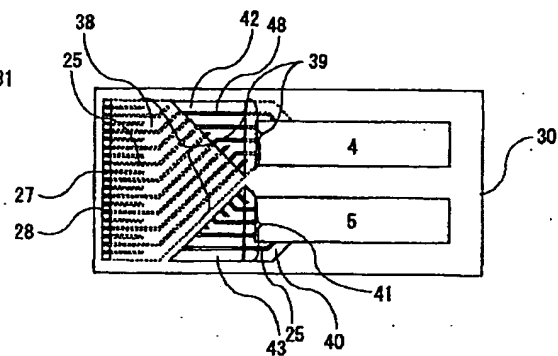
【図2】



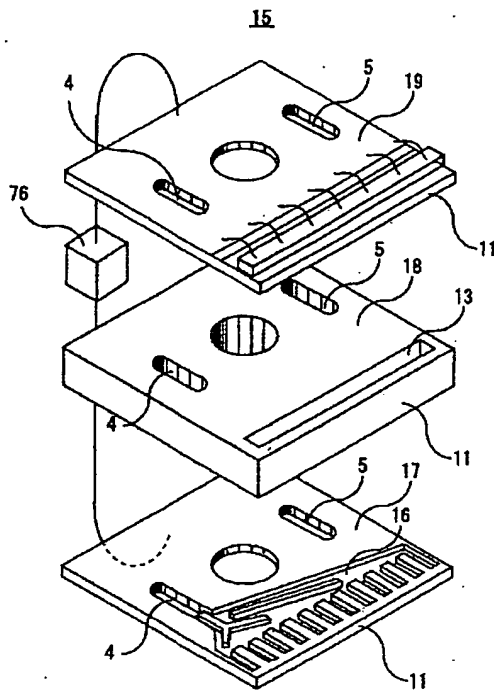
【図5】



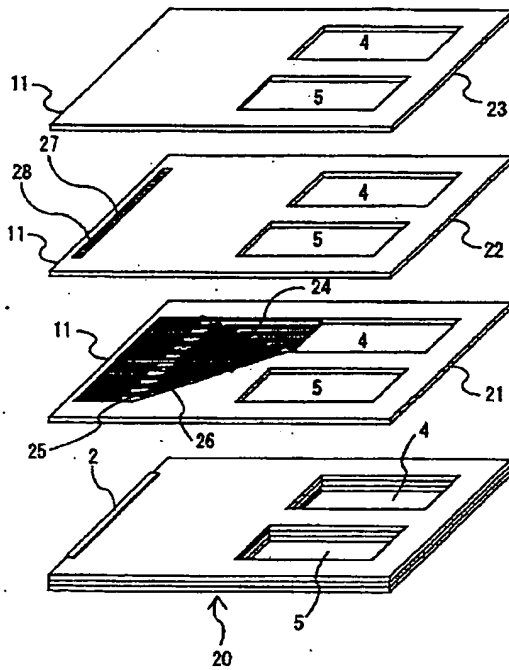
【図6】



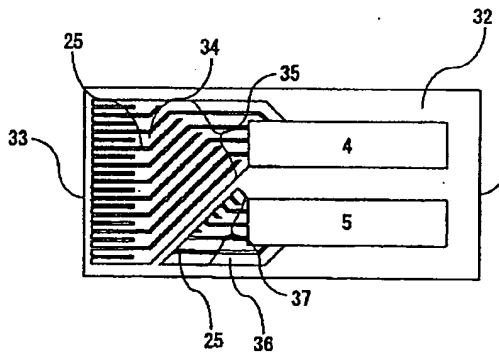
【図3】



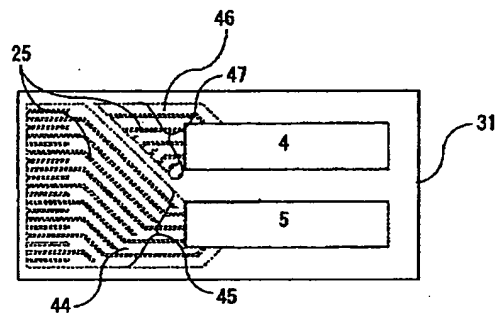
【図4】



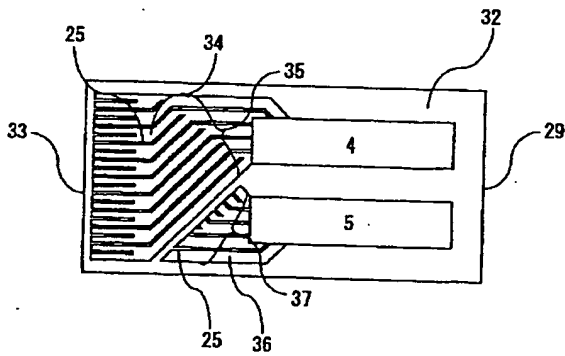
【図7】



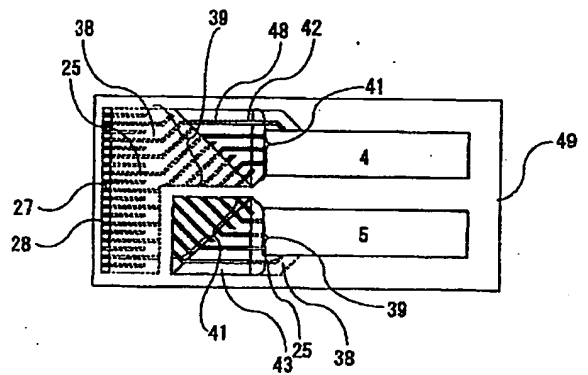
【図8】



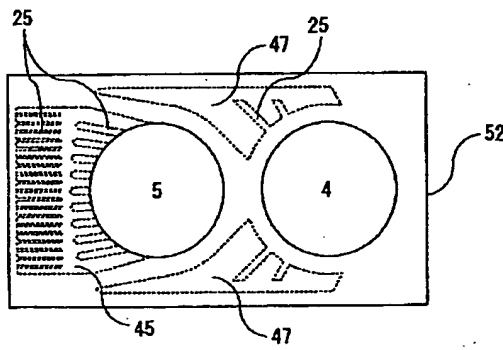
【図10】



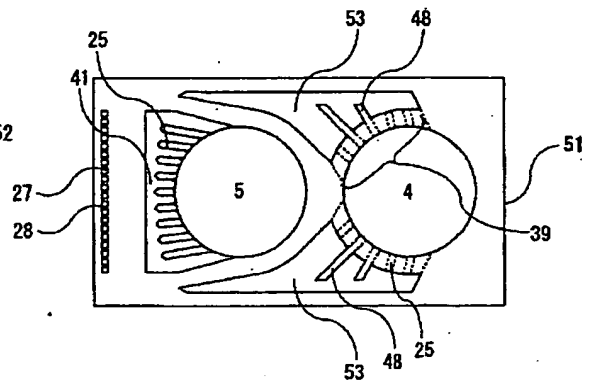
【図9】



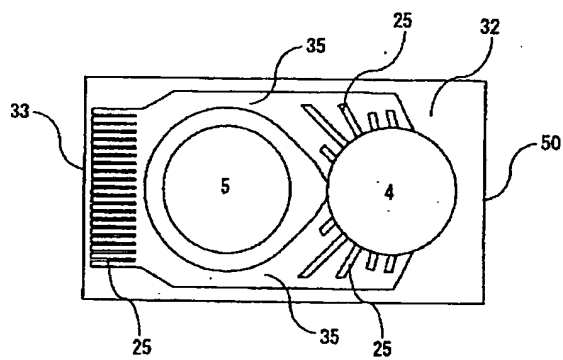
【図11】



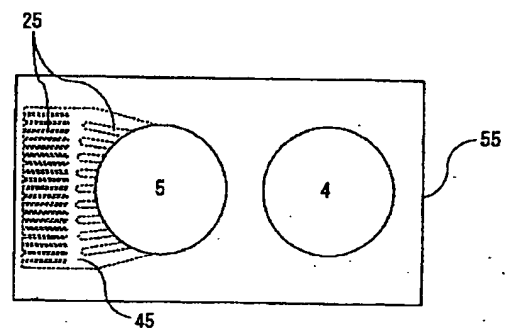
【図12】



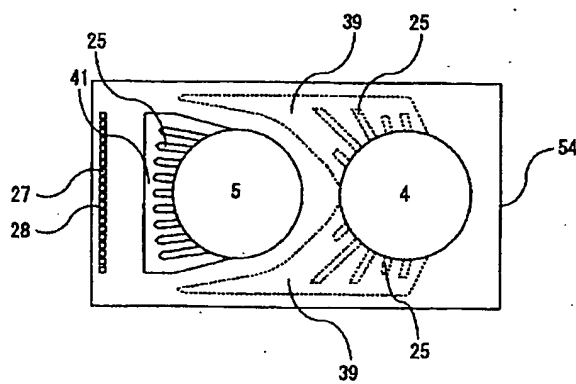
【図13】



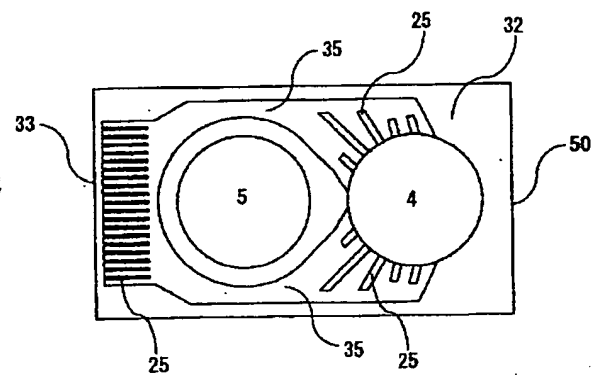
【図14】



【図15】

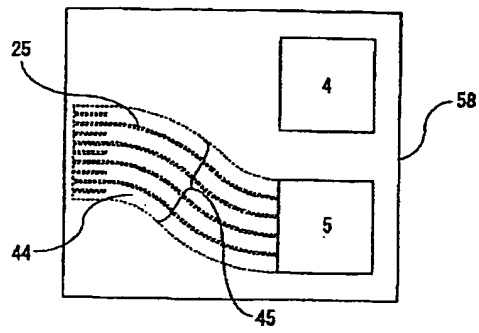


【図16】

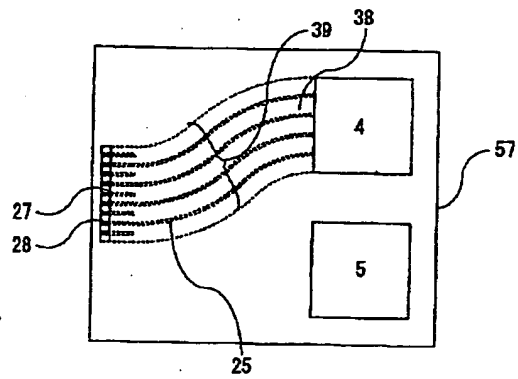




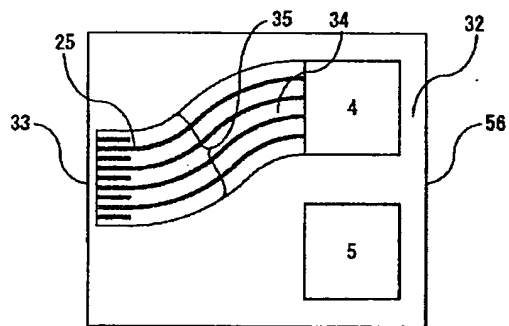
【図17】



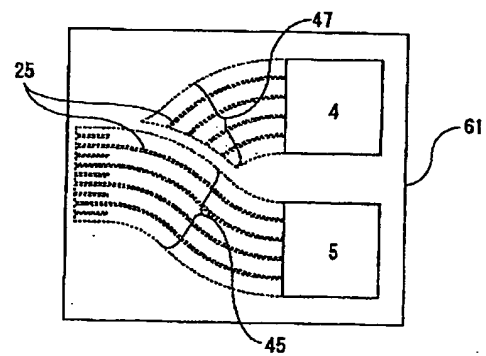
【図18】



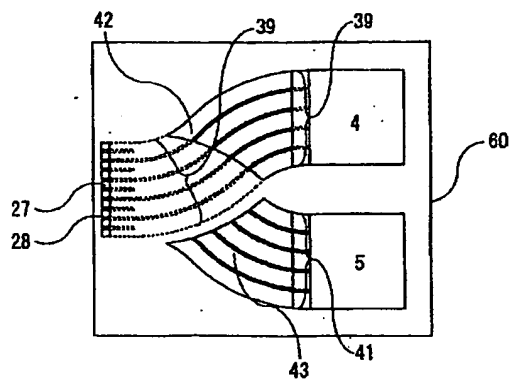
【図19】



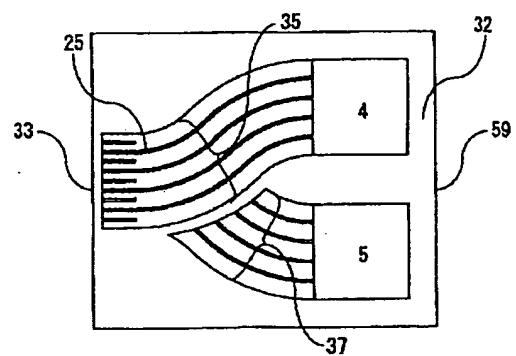
【図20】



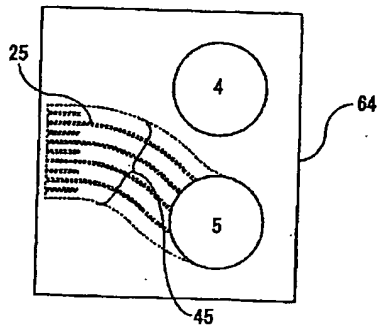
【図21】



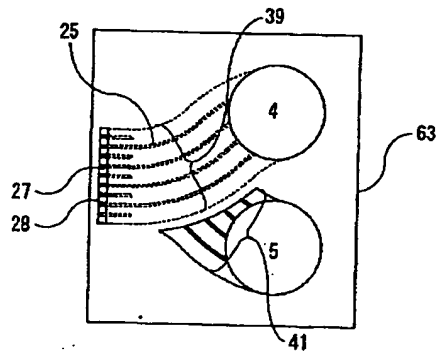
【図22】



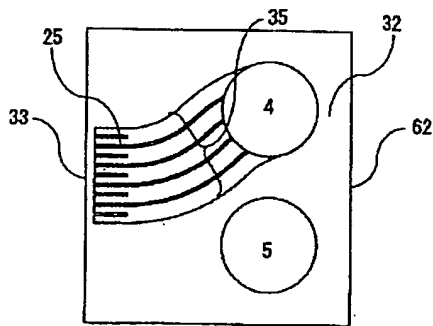
【図23】



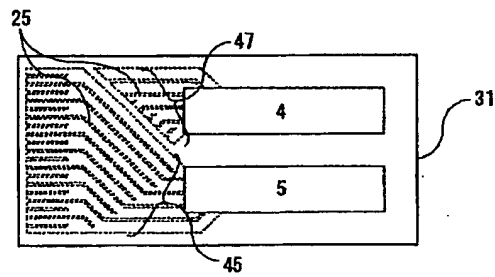
【図24】



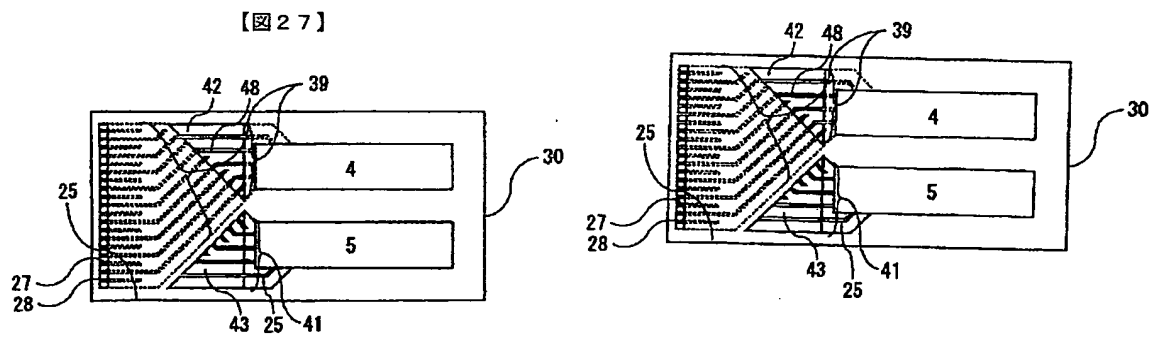
【図25】



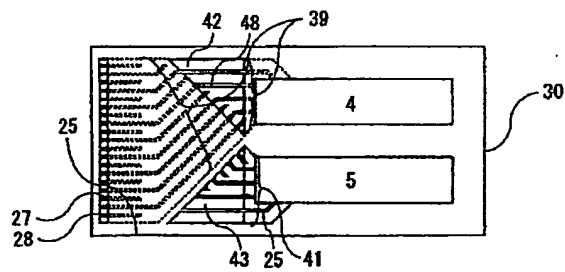
【図26】



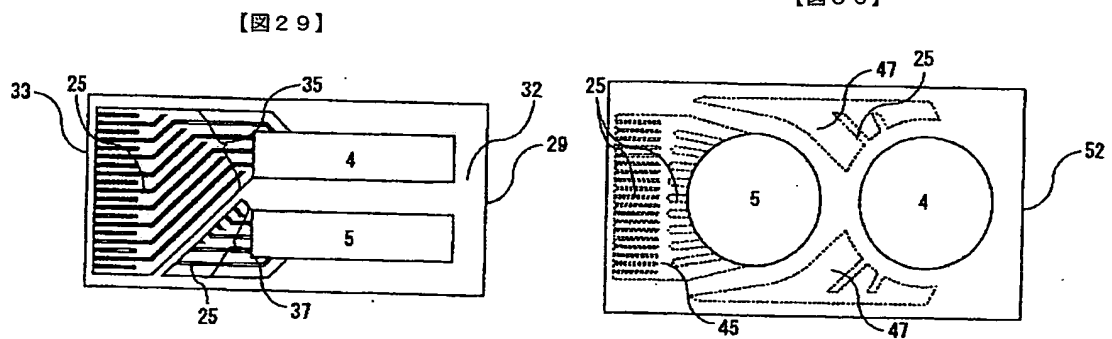
【図28】



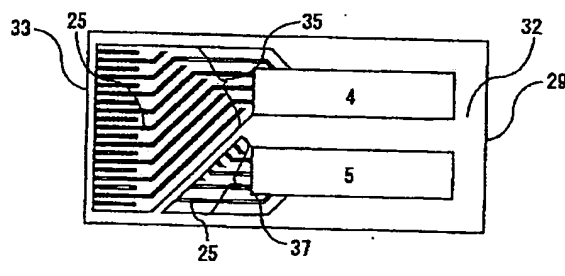
【図27】



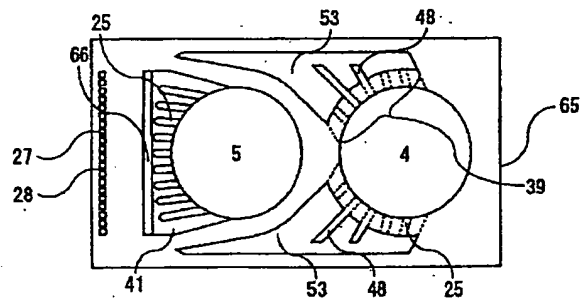
【図30】



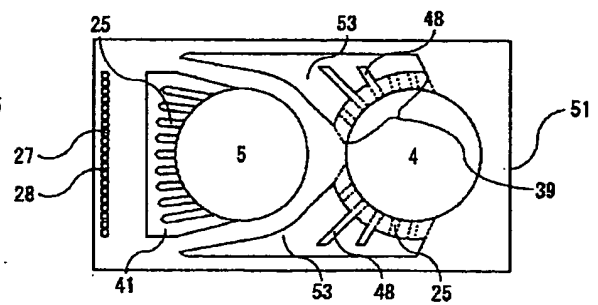
【図29】



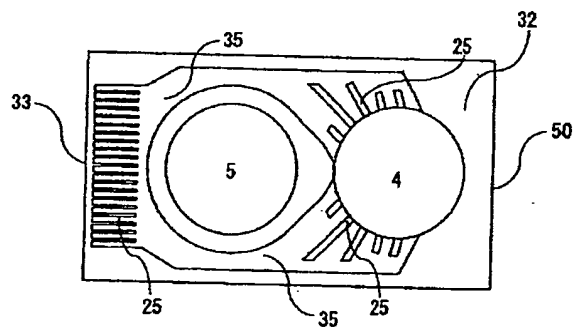
【図31】



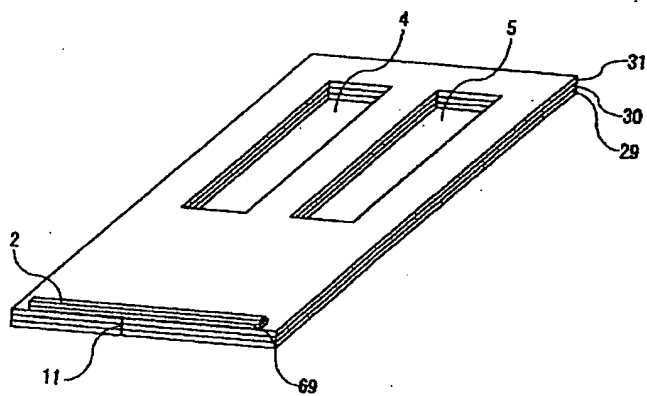
【図32】



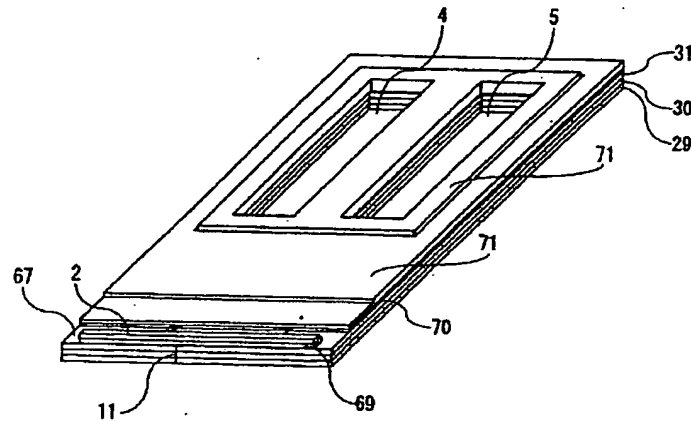
【図33】



【図34】



【図35】



## フロントページの続き

(72) 発明者 西川 祐司  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地 ファナック株式会社内

(72) 発明者 佐藤 雅夫  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地 ファナック株式会社内

(72) 発明者 内藤 真哉  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地 ファナック株式会社内

(72) 発明者 宮田 龍介  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地 ファナック株式会社内

(72) 発明者 早野 浩次  
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番  
地 ファナック株式会社内

Fターム(参考) 5E322 DB06  
5F036 AA01 BB08 BB41 BB45  
5F073 AB05 BA09 EA15 EA24 FA26  
FA30